



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
MECATRÓNICA**

TEMA:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA ESCALDADORA PARA EL PROCESAMIENTO DE
POLLOS EN LA INDUSTRIA ARTESANAL**

AUTOR: MAURICIO RAFAEL SÁNCHEZ TAMBI

DIRECTOR: Ing. CARLOS VILLARREAL

IBARRA – ECUADOR

JUNIO - 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO

| | | |
|-----------------------------|-------------------------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1003702048 | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Sánchez Tambi Mauricio Rafael | |
| DIRECCIÓN: | Otavalo – San Blas | |
| EMAIL: | mrsanchezt@utn.edu.ec | |
| TELÉFONO FIJO: | TELÉFONO MÓVIL: | 0999662039 |

DATOS DE LA OBRA

| | |
|----------------|---|
| TÍTULO: | DISEÑO DE UNA MÁQUINA ESCALDADORA PARA EL PROCESAMIENTO DE POLLOS EN LA INDUSTRIA ARTESANAL |
| AUTOR: | Sánchez Tambi Mauricio Rafael |
| FECHA: | 2016-06-22 |

SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO

| | | |
|------------------|---|--|
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO | <input type="checkbox"/> POSGRADO |
|------------------|---|--|

| | |
|--------------------------------|---------------------------|
| TITULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniería en Mecatrónica |
|--------------------------------|---------------------------|

| | |
|--------------------------|------------------------|
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Carlos Villarreal |
|--------------------------|------------------------|

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Mauricio Rafael Sánchez Tambi, con cédula de identidad Nro. 1003702048 en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.


III

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de Junio del 2016

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink on a light blue background. The signature is stylized and appears to read "Mauricio Sánchez Tambi".

Mauricio Rafael Sánchez Tambi



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Mauricio Sánchez Tambi Rafael, con cédula de identidad N° 1003702048, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de la Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado: “DISEÑO DE MAQUINA ESCALDADORA PARA EL PROCESAMIENTO DE POLLOS EN LA INDUSTRIA ARTESANAL”, que ha sido desarrollada para optar el título de Ingeniero en Mecatrónica, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi calidad de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en el formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 22 días del mes de Junio del 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mauricio Sánchez Tambi', is written over a light blue background.

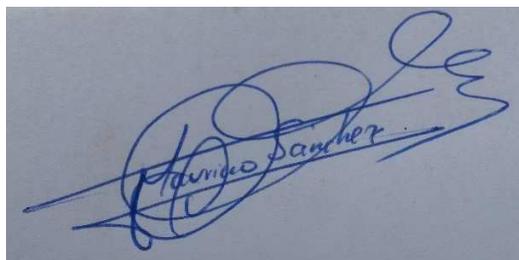
Nombre: Mauricio Rafael Sánchez Tambi

Cédula: 1003702048

DECLARACIÓN

Yo, Mauricio Rafael SánchezTambi, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

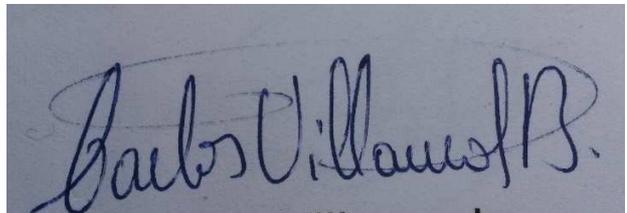
A través de la presente declaración cedo los derechos de mi propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mauricio Sánchez', with a large, stylized flourish above it.

Mauricio Rafael SánchezTambi

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Mauricio Rafael Sánchez Tambi, bajo mi supervisión.

A rectangular image showing a handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature is written in a cursive style and reads "Carlos Villarreal B.".

Ing. Carlos Villarreal

DIRECTOR DEL PROYECTO.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre María Rosa Tambi, que me ha apoyado en todo momento que me ha enseñado a seguir siempre para adelante y nunca dejarme decaer a pesar de las dificultades y adversidades que día a día se presentan.

A mi esposa Gabriela Villegas a mis hijos Nayeli y Fernando que han sido mi fuente de inspiración.

A mis hermanos Jhoselin, Lincon y Francisco (+) por estar siempre pendientes y apoyándome en todo este trayecto.

Mauricio Rafael Sánchez Tambi

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios porque he sentido su presencia en todos los momentos de mi vida y sobre todo me ha colmado de esperanza en las situaciones más difíciles.

Como fuente de inspiración y ejemplo a seguir agradezco de todo corazón a mi querida madre Rosa Tambi por brindarme todo su apoyo incondicional.

Agradezco a toda mi familia por darme la oportunidad de conocer y valorar el significado de una familia unida, gracias por estar siempre tan pendientes.

Como no agradecer a mi amada esposa Gabriela por apoyarme e impulsarme a culminar este trabajo.

Quiero manifestar mis más sinceros agradecimientos a los Sr. Gabriel, Sr. Marcos Guerra e Ing. Carlos Villarreal por sus importantes aportes para culminar el presente trabajo de grado logrando alcanzar una más de mis metas trazadas.

Mauricio Rafael Sánchez Tambi

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo el Diseño y construcción del sistema que permita el escaldado de pollos de una manera similar a la que se está procesando, se mejorará la calidad del pollo con la ayuda de un control de la temperatura del agua y el tiempo de escaldado.

Se realizó un estudio de las diferentes formas y métodos para el escaldado de donde se tomaron características de cada una para acoplar a un nuevo diseño, que permita mejorar la calidad y ahorrar recursos como el agua y combustible, así permitirá bajar los costos de producción del pollo.

Para determinar los rangos de temperatura del agua y el tiempo de escaldado se realizó la toma de datos en una faenadora teniendo como resultado, para el proceso de pollos a mano se necesita un rango de temperatura de 65 °C a 70 °C y para el proceso a máquina 52°C a 56 °C, esto en un tiempo de 60 s y 90 s respectivamente.

Con estos datos además de realizar la toma de medida del tamaño del pollo, se procese al diseño de la tina de escaldado, siendo la tina la base para el diseño de los demás elementos como el monorriel y la estructura.

Con el mecanizado de la escaldadora de pollos se estima que alcanzará una producción de 400 pollos por hora con una mayor calidad, para tener una mayor aceptabilidad en el mercado.

Summary

The present work has as objective the design and construction of a system that allows the chicken scalders in a way similar to the one being processed, will improve the quality of the chicken with the help of a control of the temperature of the water and the time of scalding.

A study was made of the various forms and methods for the scalders of where you took characteristics of each to attach to a new design that will enhance the quality and conserve resources such as water and fuel so will lower the costs of production of the chicken.

A study was made of the various forms and methods for the scalders of where you took characteristics of each to attach to a new design that will enhance the quality and conserve resources such as water and fuel, so will lower the costs of production of the chicken.

To determine the ranges of temperature of the water and the time of blanching was the collection of data in aslaughter chickens taking as a result, for the process of chickens to hand you need a range of temperature of 65 °C to 70 °C and for the process to machine 52°C to 56 °C, this in a time of 60 s and 90 s respectively.

With these data in addition to perform the measurement of the size of the chicken, is processed to the design of the tub for chicken scalders, being the tub the basis for the design of the other elements such as the monorail and structure. With the machining of the chicken scalders is estimated to reach a production of 400 chickens per hour with a higher quality, to have greater acceptability in the market.

INDICE GENERAL

1. CONTENIDO

| | |
|---|--------------|
| DECLARACIÓN | III |
| CERTIFICACIÓN..... | IV |
| DEDICATORIA..... | V |
| AGRADECIMIENTO | VI |
| Resumen..... | VII |
| Summary | VIII |
| Índice general | IX |
| Índice de tablas..... | XV |
| Índice de figuras..... | XVIII |
| Lista de símbolos y abreviaturas | XXVI |
| Glosario..... | XXVII |
| Introducción | 1 |
| 1. Planteamiento del problema..... | 1 |
| 2. Objetivos | 1 |
| 1. Objetivo general. | 1 |
| 2. Objetivos específicos. | 1 |
| 3. Justificación | 2 |
| 4. Alcance | 2 |

| | |
|--|----------|
| 1. Capítulo I | 3 |
| 1. Marco teórico | 3 |
| 1.1. La producción avícola en el Ecuador | 3 |
| 1.2. Proceso de faenado | 5 |
| 1.2.1. Captura y transporte. | 7 |
| 1.2.2. Recepción de los pollos en la planta de sacrificio..... | 9 |
| 1.2.3. Colgado y desangrado. | 9 |
| 1.2.4. Escaldado de los pollos. | 10 |
| 1.1.2. El desplume..... | 22 |
| 1.1.3. El eviscerado y enjuague..... | 23 |
| 1.1.4. Refrigeración y transporte..... | 23 |
| 1.1.5. Eliminación de desechos. | 24 |
| 1.2. Higiene y seguridad | 24 |
| 1.2.1. Higiene personal..... | 25 |
| 1.2.2. Equipos y utensilios. | 25 |
| 1.2.3. Limpieza y desinfección. | 26 |
| 1.3. Automatización y control de la línea | 28 |
| 1.3.1. Sistemas de control. | 28 |
| 1.3.2. Clasificación de los controles automáticos. | 30 |
| 1.3.3. Sensor de temperatura. | 31 |

| | |
|--|-----------|
| | XI |
| 1.3.4. Sensores de nivel de agua | 36 |
| 1.3.5. El PLC | 38 |
| 1.4. Intercambiador de calor | 40 |
| 1.4.1. Alternativas de recorrido del calor generado u hogar de la llama..... | 41 |
| 1.4.2. Fuentes de transferencia de calor | 42 |
| 1.5. Sistema de accionamiento..... | 44 |
| 1.5.1. El motor..... | 44 |
| 1.5.2. Caja reductora de velocidad | 44 |
| 1.5.3. Transmisión de velocidad | 45 |
| 1.6. Sistema eléctrico | 47 |
| 1.6.1. Gabinete de control. | 47 |
| 2. Capítulo II..... | 51 |
| 2. Diseño de la línea de escaldado de pollos por inmersión..... | 51 |
| 2.1. Selección de los materiales que conformaran la máquina de escaldado..... | 53 |
| 2.1.1. Selección del material que estará en contacto directo con los pollos | 55 |
| 2.1.2. Selección del material de los elementos que no están en contacto directo con los pollos, monorriel y la cadena de arrastre. | 59 |
| 2.1.3. Selección del material para el volante de arrastre..... | 60 |
| 2.1.4. Selección del material para el volante de guía..... | 61 |
| 2.1.5. Selección del material para la estructura de la máquina | 63 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 2.2. | Diseño y dimensionamiento mecánico del sistema de escaldado..... | 64 |
| 2.2.1. | Dimensionamiento de la tina de escaldado | 65 |
| 2.2.2. | Dimensionamiento el orificio de desagüe de la tina | 74 |
| 2.2.3. | Dimensionamiento del intercambiador de calor | 76 |
| 2.2.4. | Diseño y dimensionamiento del agitador..... | 78 |
| 2.3. | Diseño y dimensionamiento de sistema de transporte. | 81 |
| 2.3.1. | Garruchas. | 81 |
| 2.3.2. | Dispositivos de sujeción o de carga. | 85 |
| 2.3.3. | Cadena..... | 86 |
| 2.3.4. | Monorriel. | 87 |
| 2.3.5. | Diseño del eje de transmisión del volante de arrastre..... | 92 |
| 2.4. | Diseño y dimensionamiento del sistema de arrastre | 101 |
| 2.4.1. | Volante de arrastre. | 102 |
| 2.4.2. | Volante guía. | 103 |
| 2.4.3. | Motor..... | 104 |
| 2.4.4. | Poleas. | 111 |
| 2.4.5. | Bandas..... | 113 |
| 2.5. | Sistema de control de energía térmica y control de energía. | 116 |
| 2.5.1. | Análisis del balance de energías del intercambiador de calor..... | 117 |
| 2.5.2. | Cálculo de la energía necesaria para elevar la temperatura del agua..... | 123 |

| | |
|--|------------|
| 2.5.3. Determinar la potencia del quemador. | 123 |
| 2.5.4. Selección del quemador. | 124 |
| 2.6. Estructura de la máquina..... | 124 |
| 2.6.1. Análisis de la longitud de pandeo I_k | 125 |
| 2.6.2. Esbeltez mecánica λ | 126 |
| 2.6.3. Coeficiente de pandeo ω | 126 |
| 3. Capítulo III..... | 128 |
| 3. Construcción y montaje de la línea de escaldado..... | 128 |
| 3.1. Construcción | 128 |
| 3.1.1. Máquinas, equipos y herramientas..... | 128 |
| 3.1.2. Procedimiento para la fabricación de los elementos de la máquina..... | 129 |
| 3.2. Montaje de la máquina..... | 136 |
| 3.3. Instrumentación..... | 138 |
| 3.3.1. Sensor de temperatura Tipo K..... | 140 |
| 3.3.2. Programación del PLC Logo 12/24 RC. | 141 |
| 3.3.3. Programación del Variador de velocidad Sinamics G110 de Siemens..... | 143 |
| 3.3.4. Dimensionamiento del circuito de fuerza. | 145 |
| 3.3.5. Dimensionamiento de los contactores..... | 148 |
| 3.4. Montaje de los elementos eléctricos en la caja de control. | 149 |
| 3.5. Análisis de costos..... | 151 |

| | |
|--|------------|
| 3.5.1. Costo de los materiales..... | 152 |
| 3.5.2. Costos de manufactura de la máquina..... | 156 |
| 3.5.3. Costos totales del material de la máquina. | 159 |
| 3.5.4. Costo total de mano de obra..... | 160 |
| 3.5.5. Costo total de la máquina de escaldado de pollos..... | 160 |
| 3.5.6. Rentabilidad de la implantación de la máquina de pollos por inmersión. | 161 |
| 4. Capítulo IV | 164 |
| 4. Conclusiones y recomendaciones..... | 164 |
| 5. Referencias..... | 166 |
| 6. Anexos | 172 |
| 7. Manual de usuario | 1 |
| INSTALACIÓN DE LA MÁQUINA DE ESCALDADO DE POLLOS..... | 2 |
| REVISE LA MÁQUINA:..... | 2 |
| ADVERTENCIA | 3 |
| ENCENDIDO DE LA MÁQUINA DE ESCALDADO..... | 4 |
| LIMPIEZA DE LA MÁQUINA DE ESCALDADO DE POLLOS | 10 |
| MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA DE ESCALDADO | 11 |
| MANTENIMIENTO AL QUEMADOR DE DIESEL. | 11 |
| MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ARRASTRE. | 11 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1.- <i>Ventajas y desventajas del escaldado tradicional artesanal.</i> | 12 |
| Tabla 2.- <i>Ventajas y desventajas de la tina de escaldado con aspas.</i> | 13 |
| Tabla 3.- <i>Ventajas y desventajas del escaldado en línea por inmersión</i> | 15 |
| Tabla 4.- <i>Ventajas y desventajas del escaldado con vapor de agua</i> | 16 |
| Tabla 5.- <i>Toma de datos para establecer los parámetros para el escaldado alto y bajo</i> | 18 |
| Tabla 6.- <i>Costos de adquisición de los diferentes métodos de escaldado.</i> | 21 |
| Tabla 7.- <i>Selección de la alternativa para el diseño de la escaldadora.</i> | 21 |
| Tabla 8.- <i>Cronograma de desinfección de la planta de faenamiento para cada jornada de trabajo.</i> | 27 |
| Tabla 9.- <i>Cuadro comparativo para la selección del sensor de temperatura</i> | 34 |
| Tabla 10.- <i>Tabla comparativa para la selección del sensor de nivel.</i> | 38 |
| Tabla 11.- <i>Selección de la alternativa para el diseño del intercambiador de calor.</i> | 42 |
| Tabla 12.- <i>Alternativas para la selección de la fuente de calor</i> | 43 |
| Tabla 13.- <i>Características del motor de 3 Hp de potencia.</i> | 44 |
| Tabla 14.- <i>Características del reductor de velocidad mecánico tornillo sin fin-engrane helicoidal.</i> | 45 |
| Tabla 15.- <i>Parámetros para la selección del método de transmisión a usar.</i> | 46 |
| Tabla 16.- <i>Matriz de selección del método adecuado para la transmisión.</i> | 47 |
| Tabla 17.- <i>Selección del material para la conformación de los elementos de la máquina.</i> | 55 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 18.- <i>Selección entre el acero y las fundiciones para la conformación de los elementos de la máquina</i> | 57 |
| Tabla 19.- <i>Propiedades de los metales especiales</i> | 60 |
| Tabla 20.- <i>Propiedad del acero y sus aplicaciones</i> | 61 |
| Tabla 21.- <i>Selección del material para la conformación del volante guía</i> | 62 |
| Tabla 22.- <i>Tamaño de los pollos para determinar el ancho y alto de la tina de escaldado</i> | 67 |
| Tabla 23.- <i>Valores de entalpías calculados en cada proceso</i> | 122 |
| Tabla 24.- <i>Características del quemador RelioBurners</i> | 124 |
| Tabla 25.- <i>Módulo β de empotramiento para el diseño de columnas</i> | 125 |
| Tabla 26.- <i>Procedimiento para la fabricación de la tina de escaldado</i> | 130 |
| Tabla 27.- <i>Procedimiento para la fabricación de los sellos e intercambiador de calor</i> | 130 |
| Tabla 28.- <i>Proceso para la fabricación del monorriel y volante guía</i> | 131 |
| Tabla 29.- <i>Proceso para la fabricación del volante de arrastre</i> | 132 |
| Tabla 30.- <i>Proceso de fabricación de las garruchas</i> | 133 |
| Tabla 31.- <i>Proceso de fabricación de los dispositivos de sujeción</i> | 134 |
| Tabla 32.- <i>Proceso de fabricación de la estructura de la máquina</i> | 135 |
| Tabla 33.- <i>Costo de la estructura de la máquina</i> | 152 |
| Tabla 34.- <i>Costos de los equipos eléctricos</i> | 153 |
| Tabla 35.- <i>Costos de los elementos de transmisión</i> | 154 |
| Tabla 36.- <i>Costos de los elementos de control</i> | 155 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 37. <i>Costo de materiales adicionales.</i> | 156 |
| Tabla 38. <i>Costo de mano de obra.</i> | 156 |
| Tabla 39. <i>Costo de mano de obra del sistema de transporte.</i> | 157 |
| Tabla 40. <i>Costo de mano de obra del monorriel.</i> | 158 |
| Tabla 41. <i>Costo de alquiler de equipos.</i> | 159 |
| Tabla 42. <i>Costo total de equipos y material eléctrico.</i> | 159 |
| Tabla 43. <i>Costo total de la mano de obra.</i> | 160 |
| Tabla 44. <i>Costo total de la construcción de la escaldadora de pollos.</i> | 160 |
| Tabla 45.- <i>Análisis del procesamiento de pollos en un periodo de un año.</i> | 161 |
| Tabla 46. <i>Cálculo del VAN y el TIR, para determinar la rentabilidad y viabilidad del proyecto.</i> | 163 |

Índice de figuras

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 1.- Consumo de pollo por habitante del Ecuador en los años 1995-2012.....</i> | <i>4</i> |
| <i>Figura 2.- Producción de pollos en Ecuador en los años 2010 – 2013.....</i> | <i>5</i> |
| <i>Figura 3.- Diagrama de flujo del proceso de faenado de pollos</i> | <i>6</i> |
| <i>Figura 4.- Captura de pollos en los galpones</i> | <i>8</i> |
| <i>Figura 5.- Recepción de los pollos en la planta de sacrificio.</i> | <i>9</i> |
| <i>Figura 6.- Inmovilización de los pollos en los conos para el desangrado.</i> | <i>10</i> |
| <i>Figura 7.- Olla de escaldado tradicional artesanal.....</i> | <i>11</i> |
| <i>Figura 8.- Tina de escaldado con aspas.</i> | <i>13</i> |
| <i>Figura 9.- Escaldador de pollos por inmersión para producción en línea.</i> | <i>14</i> |
| <i>Figura 10. Escaldador de pollos con vapor de agua.</i> | <i>16</i> |
| <i>Figura 11.- Problemas del escaldado al no tener control del tiempo y temperatura de escaldado.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Figura 12.- Máquina para el desplume de pollos</i> | <i>22</i> |
| <i>Figura 13.- Extracción de viseras y separación de la molleja.</i> | <i>23</i> |
| <i>Figura 14.- Limpieza y desinfección de los equipos y utensilios.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Figura 15.- Limpieza del área de trabajo para reducir la contaminación y uso del EPI.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Figura 16.- Representación de un sistema.</i> | <i>28</i> |
| <i>Figura 17. Esquema general de un sistema de control</i> | <i>28</i> |
| <i>Figura 18. Sistema de lazo abierto</i> | <i>29</i> |

| | |
|--|----|
| <i>Figura 19.</i> Sistema de control de lazo cerrado | 29 |
| <i>Figura 20.</i> Gráfica de un controlador On/off..... | 30 |
| <i>Figura 21.</i> Control proporcional..... | 30 |
| <i>Figura 22.</i> Controlador Integral..... | 31 |
| <i>Figura 23.</i> Control proporcional integral..... | 31 |
| <i>Figura 24.</i> Sensor de temperatura NTC..... | 32 |
| <i>Figura 25.</i> Curvas características de los termistores. | 32 |
| <i>Figura 26.-</i> Sensor RTD | 33 |
| <i>Figura 27.-</i> Característica de los termopares | 34 |
| <i>Figura 28.</i> Termopozo con unión roscada | 36 |
| <i>Figura 29.-</i> Sensor de nivel actuado con la ayuda de un flotador..... | 37 |
| <i>Figura 30.-</i> Sensor de nivel basado en la presión hidrostática del fluido..... | 37 |
| <i>Figura 31.</i> Sensor del nivel basado en las variaciones de la capacitancia..... | 38 |
| <i>Figura 32.-</i> PLC logo de Siemens 12/24RC | 39 |
| <i>Figura 33.</i> Fuente de poder logo 24 V | 39 |
| <i>Figura 34.</i> Características generales del LOGO! 12/24RC. | 40 |
| <i>Figura 35.-</i> Gabinete metálico 40x40x20 | 47 |
| <i>Figura 36.-</i> Selector de dos posiciones | 48 |
| <i>Figura 37.-</i> Botonera paro/arranque | 48 |
| <i>Figura 38.-</i> Luces piloto | 49 |

| | |
|---|----|
| <i>Figura 39.</i> - Potenciómetro de 4.7 K para variar la velocidad de arrastre | 49 |
| <i>Figura 40.</i> - Contactor de 3 líneas con bobinas de 220V | 50 |
| <i>Figura 41.</i> - Disyuntor dispositivo eléctrico de seguridad..... | 50 |
| <i>Figura 42.</i> - Sistemas y elementos que conforman el sistema de escaldado por inmersión. | 51 |
| <i>Figura 43.</i> - Ubicación de los sistemas y elementos del sistema de escaldado por inmersión. | 52 |
| <i>Figura 44.</i> - Módulo de Young para la selección de materiales | 53 |
| <i>Figura 45.</i> - Conductividad térmica de los materiales. | 54 |
| <i>Figura 46.</i> - Costo en función del módulo de Young de los materiales. | 54 |
| <i>Figura 47.</i> - Clasificación de los metales..... | 56 |
| <i>Figura 48.</i> - Clasificación de los aceros según su composición. | 57 |
| <i>Figura 49.</i> - Clasificación de los aceros inoxidable. | 58 |
| <i>Figura 50.</i> - Propiedades de los aceros de la series 400 y 300. | 59 |
| <i>Figura 51.</i> - Selección del material en función de la densidad y la fuerza. | 62 |
| <i>Figura 52.</i> - Tipos de perfiles. | 63 |
| <i>Figura 53.</i> - Perfiles PHR, laminados en frío. | 64 |
| <i>Figura 54.</i> - Elementos de la tina de escaldado | 64 |
| <i>Figura 55.</i> - Nomenclatura para el diseño de la tina..... | 65 |
| <i>Figura 56.</i> - Designación de las longitudes del pollo. | 66 |
| <i>Figura 57.</i> - Nomenclatura para el diseño del espesor del material de la tina de escaldado. ... | 68 |
| <i>Figura 58.</i> - Dimensionamiento para determinar el volumen del agua de la tina..... | 69 |

| | |
|--|----|
| <i>Figura 59.</i> - Carga distribuida sobre la pared de latina de escaldado. | 71 |
| <i>Figura 60.</i> - Determinación de la reacción y la fuerza aplicada. | 71 |
| <i>Figura 61.</i> - Diagrama de cuerpo libre con la fuerza cortante V. | 72 |
| <i>Figura 62.</i> - Diagrama de cuerpo libre para determinar la fuerza cortante..... | 72 |
| <i>Figura 63.</i> - Orificio de desagüe para la descarga del agua..... | 75 |
| <i>Figura 64.</i> - Diámetros de las tuberías de acero. | 76 |
| <i>Figura 65.</i> - Nomenclatura para el diseño del intercambiador de calor..... | 77 |
| <i>Figura 66.</i> - Dimensionamiento de los compartimentos del intercambiador de calor..... | 77 |
| <i>Figura 67.</i> - Dimensionamiento del agitador..... | 79 |
| <i>Figura 68.</i> - Cálculo del volumen del compresor para determinar el gasto de aire. | 79 |
| <i>Figura 69.</i> - Selección del compresor en función del gasto de aire..... | 80 |
| <i>Figura 70.</i> - Bosquejo del sistema de transporte..... | 81 |
| <i>Figura 71.</i> - Garruchas para el transporte de los pollos..... | 81 |
| <i>Figura 72.</i> - Dimensiones de las garruchas..... | 82 |
| <i>Figura 73.</i> - Características del rodamiento de bolas 6201-2 RS. | 83 |
| <i>Figura 74.</i> - Dispositivo de sujeción para el transporte de los pollos..... | 85 |
| <i>Figura 75.</i> - Acople de la cadena con las garruchas para el arrastre..... | 86 |
| <i>Figura 76.</i> - Geometría del monorriel para su diseño..... | 88 |
| <i>Figura 77.</i> - Dimensionamiento del monorriel. | 88 |
| <i>Figura 78.</i> - Carga distribuida sobre el monorriel. | 89 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 79.</i> - Configuración de la malla..... | 89 |
| <i>Figura 80.</i> - Enmallado del monorriel. | 90 |
| <i>Figura 81.</i> - Esfuerzo de Von Mises para el monorriel | 90 |
| <i>Figura 82.</i> -Trazado de la convergencia para la Tensión de Von Mises y la Primera Tensión Principal. | 91 |
| <i>Figura 83.</i> - Trazado de la convergencia para la Tercera Deformación Principal y el desplazamiento..... | 91 |
| <i>Figura 84.</i> - Factor de seguridad para el diseño del monorriel. | 92 |
| <i>Figura 85.</i> - Eje de transmisión del volante de arrastre. | 93 |
| <i>Figura 86.</i> - Diagrama de cuerpo libre del eje del volante de arrastre..... | 93 |
| <i>Figura 87.</i> - Diagramas de la fuerza cortante y momento en el plano x-z..... | 94 |
| <i>Figura 88.</i> - Diagrama de la fuerza cortante y momentos en el plano x-y | 95 |
| <i>Figura 89.</i> - Curvas para determinar el valor de Cs..... | 97 |
| <i>Figura 90.</i> - Factor de confiabilidad funcional. | 97 |
| <i>Figura 91.</i> - Valor de Kf para hombros de los ejes..... | 98 |
| <i>Figura 92.</i> - Concentrador de esfuerzos por cambio de sección..... | 98 |
| <i>Figura 93.</i> - Bosquejo del diseño del sistema de arrastre. | 101 |
| <i>Figura 94.</i> - Características para el dimensionamiento del volante de arrastre. | 102 |
| <i>Figura 95.</i> - Dimensionamiento del volante de arrastre con las medidas de las garruchas. ... | 103 |
| <i>Figura 96.</i> - El volante de arrastre y sus elementos. | 103 |
| <i>Figura 97.</i> - Volante Guía, ubicación y función en la máquina..... | 104 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 98.</i> - Ubicación de los elementos para el cálculo del momento de inercia con el teorema de Steiner. | 105 |
| <i>Figura 99.</i> - Bosquejo del sistema de la transmisión por poleas y banda. | 111 |
| <i>Figura 100.</i> - Diámetros de poleas en función de la velocidad y la potencia. | 112 |
| <i>Figura 101.</i> - Diagrama para la selección del tipo de banda..... | 113 |
| <i>Figura 102.</i> - Factor de servicio para el cálculo de número de bandas | 115 |
| <i>Figura 103.</i> - Bosquejo del intercambiador de calor. | 116 |
| <i>Figura 104.</i> - Condiciones iniciales del intercambiador de calor. | 117 |
| <i>Figura 105.</i> - Condición final de la temperatura del agua. | 117 |
| <i>Figura 106.</i> - Entalpias en la transferencia de calor del intercambiador al agua de la tina de escaldado..... | 118 |
| <i>Figura 107.</i> - Coeficiente combinado de convección y radiación para tubos horizontales. ... | 121 |
| <i>Figura 108.</i> - Parámetros para determinar la pérdida de energía..... | 121 |
| <i>Figura 109.</i> Diseño de la estructura de la máquina de escaldado de pollos. | 125 |
| <i>Figura 110.</i> - Secuencia de accionamiento de los sistemas de la máquina..... | 138 |
| <i>Figura 111.</i> - Máquina y sus elementos mecánicos..... | 139 |
| <i>Figura 112.</i> - Circuito para el acondicionamiento de señal del sensor. | 140 |
| <i>Figura 113.</i> - Elementos eléctricos en la placa de acondicionamiento..... | 140 |
| <i>Figura 114.</i> - Pistas para realizar las sueldas de los elementos eléctricos..... | 141 |
| <i>Figura 115.</i> Diagrama de flujo de la máquina de escaldado de pollos | 142 |
| <i>Figura 116.</i> - Variador de frecuencia Sinamics G110 de siemens. | 143 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 117.-</i> Factor de corrección de capacidad de transporte de corriente por cantidad de conductores en tubería. | 146 |
| <i>Figura 118.-</i> Selección de cable según el amperaje..... | 146 |
| <i>Figura 119.-</i> Elementos eléctricos acoplados a la caja de control. | 150 |
| <i>Figura 120.</i> Elementos externos para el control de la máquina..... | 151 |
| <i>Figura 121.-</i> No conectar la máquina a toma corrientes sobrecargados..... | 2 |
| <i>Figura 122.-</i> No usar extensiones para el encendido de la máquina. | 3 |
| <i>Figura 123.-</i> No elimine la pata de protección a tierra por ningún motivo. | 3 |
| <i>Figura 124.-</i> Depósito del diesel..... | 4 |
| <i>Figura 125.-</i> Colocación del quemador en el interior del intercambiador de calor..... | 5 |
| <i>Figura 126.-</i> Llave de ingreso de agua a la tina..... | 5 |
| <i>Figura 127.-</i> Para el encendido verificar que el agua cubra por lo menos la totalidad del intercambiador de calor..... | 6 |
| <i>Figura 128.-</i> Selector para energizar la máquina..... | 6 |
| <i>Figura 129.-</i> Selector para el tipo de proceso requerido..... | 7 |
| <i>Figura 130.-</i> Botón de inicio del proceso de escaldado..... | 7 |
| <i>Figura 131.-</i> Regulador de velocidad del proceso de escaldado. | 8 |
| <i>Figura 132.-</i> Botón de paro de emergencia. | 8 |
| <i>Figura 133.-</i> Luz piloto que indica que la máquina esta energizada. | 9 |
| <i>Figura 134.-</i> Nivel de temperatura adecuado para el escaldado. | 9 |

| | |
|---|----|
| <i>Figura 135.-</i> Válvula de descarga de agua para la limpieza después de cada jornada de trabajo. | 10 |
| <i>Figura 136.-</i> Filtro de diesel. | 11 |

Lista de símbolos y abreviaturas

GLP: Gas licuado de petróleo.

EPI:Equipo de protección individual.

PLC: Controlador Lógico Programable.

CFM: Pies cúbicos por minuto.

VAN: Valor actual neto

TIR: Tasa interna de retorno.

Glosario

Folículos: órgano que genera las plumas de las aves.

Escaldado alto: tipo de escaldado con la temperatura del agua con un rango de 65 °C - 70 °C, la remoción de plumas es muy fácil.

Escaldado bajo: tipo de escaldado con la temperatura del agua en un rango de 52 °C - 56°C, la remoción de plumas con cierta dificultad.

Sobrescaldado: escaldado en un tiempo y temperatura alto, teniendo efectos de cocción en la epidermis del pollo dificultando el desplume.

Buche: órgano de las aves donde almacenan el alimento.

Inocuidad alimentaria: se refiere a las condiciones y prácticas que preservan la calidad de los alimentos para prevenir la contaminación y las enfermedades transmitidas por el consumo de alimentos.

PLC: Controlador Lógico Programable.

VAN: es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión

TIR: es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir".

Introducción

1. Planteamiento del problema

En este trabajo se ve la necesidad de mejorar la calidad e higiene en el proceso de faenado de pollos por medio de un adecuado escaldado. El escaldado es una de las etapas más esenciales, en esta se debe controlar variables como la temperatura y el tiempo de permanencia del pollo en la tina ya que afectan directamente a la calidad del desplume de los pollos, si este proceso se realiza de una forma inadecuada conlleva a pérdidas de tiempo y dinero.

Actualmente el proceso de escaldado se realiza de una forma manual y empírica, no se controla ningún parámetro como la temperatura del agua y el tiempo de escaldar. Durante este proceso los pollos ingresan a ser escaldados a una temperatura del agua elevada o baja, de igual forma con el tiempo de escaldado, así afectando directamente a la calidad del pollo.

Se mejorará el proceso antes mencionado mediante una escaldadora que controle la temperatura del agua y el tiempo adecuado de escaldado según la necesidad del productor.

En síntesis, con la escaldadora se mejorará el rendimiento, calidad e higiene, optimizando recursos, minimizando el estrés y esfuerzo físico a los obreros de la faenadora.

2. Objetivos

1. Objetivo general.

Mejorar la calidad de pollos faenados en la industria artesanal mediante una escaldadora.

2. Objetivos específicos.

- Determinar los parámetros que intervienen en el proceso de escaldado de pollos.
- Diseñar el sistema mecánico y de control que permita obtener un mejor escaldado.
- Construir la estructura del sistema de escaldado.
- Elaborar un manual de usuario y mantenimiento para el sistema de escaldado de pollos.

3. Justificación

Dentro del proceso de faenado es importante la calidad e higiene como consecuencia habrá mayores oportunidades de competencia en el mercado, el objetivo es entregar un pollo bien procesado y limpio que sea de agrado para el consumidor.

Mediante el proyecto se busca mejorar la calidad, reducir el costo y esfuerzo físico en el proceso de faenado de pollos, el cual se lo realiza manualmente causando estrés y dolores musculares a los obreros de la faenadora.

Actualmente existen sistemas de escaldado pero estas son para empresas de producción masiva, siendo de un costo elevado las cuales no son accesibles para la industria artesanal.

La rentabilidad del sistema de escaldado es una de sus ventajas, debido a la inversión que implica construir la máquina se recupera en un corto plazo de tiempo o de acuerdo a la producción diaria.

4. Alcance

El presente proyecto se orienta a la mecanización del sistema de escaldado, para realizar de una forma similar a la actual de tal manera que con este sistema se reduce el esfuerzo físico y posibles quemaduras a los obreros.

El sistema para escaldar consiste en transportar pollos por medio de un monorriel, en su trayecto se sumergirá en una tina con agua para su óptimo escaldado; además contará con un selector para el control de temperatura con un rango de 65 °C – 70 °C y 52 °C – 56 °C para el proceso de desplume a mano y a máquina respectivamente. El nivel del agua de la tina de se controlará con un flotador.

En lo que se corresponde a la producción actualmente se procesa 80 pollos/hora, con este proyecto se espera llegar a procesar 100 pollos/hora, mejorando la calidad e higiene de los pollos procesados.

CAPÍTULO I

1. Marco teórico

1.1. La producción avícola en el Ecuador

La avicultura en el Ecuador se constituye como una de las actividades más relevantes en el contexto alimentario, en virtud de su gran aporte a lo largo de toda la cadena agroalimentaria, desde la producción de materias primas, tales como, el morcillo y soya, para la elaboración de alimentos balanceados hasta que finalmente son fuente de alimento avícola para la producción de huevos y carne.

En la Figura 1 se puede observar que el consumo de carne de pollo ha tenido un notable crecimiento en el país, en el año noventa se estimó en 7 kg/persona/año y en el 2012 en 32 Kg/persona/año, debiéndose a la gran demanda de este producto y a los precios convenientes en relación a los sustitutos, por otra parte, a nivel de todos los estratos de la población el consumo de carne de pollo, es un hábito ya establecido. (Orellana Jarrin, 2014).

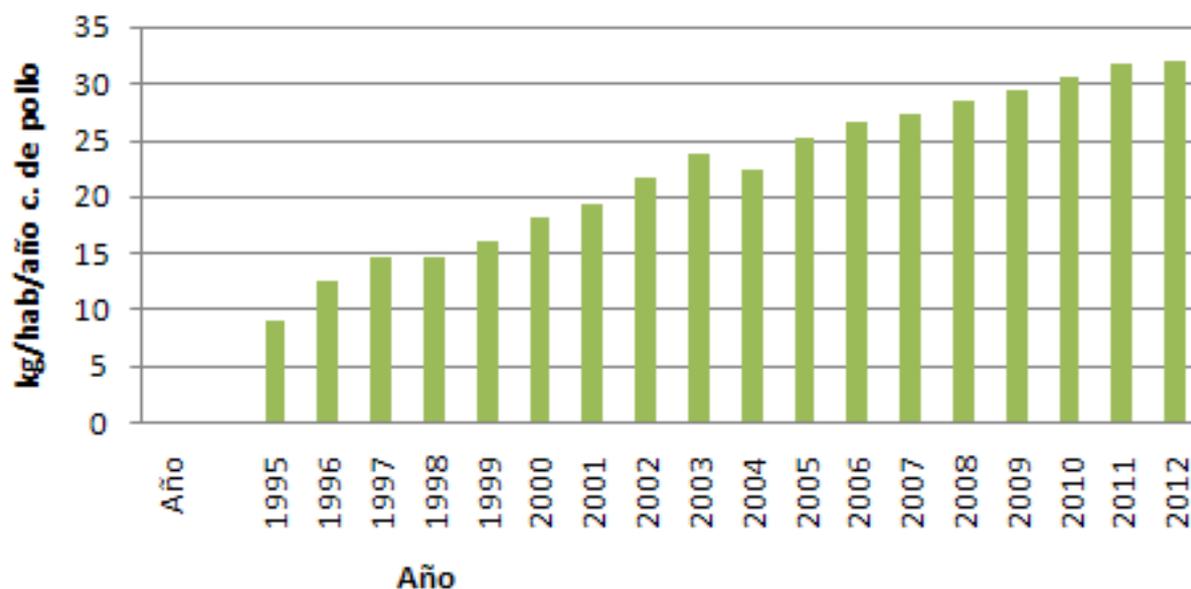


Figura 1.- Consumo de pollo por habitante del Ecuador en los años 1995-2012.

Fuente: (Conave, 2014)

Según estadísticas de la Corporación Nacional de Avicultores (CONAVE), el valor de la producción nacional de carne de pollo representa el 5.6% del PIB agropecuario. Si se incluye la producción de pavos, embutidos y otros menores, el sector avícola en conjunto aporta con el 9% al PIB del sector.

En la Figura 2 se indica que en el Ecuador la producción de pollos se ha desarrollado y difundido en gran nivel, cubriendo todos los climas y regiones debido a su alta adaptabilidad, rentabilidad, aceptación para el consumidor, y disposición para encontrar pollos de buena raza para introducirlos en el mercado.

Producción de pollos broiler

-En toneladas métricas-



Figura 2.-Producción de pollos en Ecuador en los años 2010 – 2013

Fuente: (Conave, 2014)

En el Ecuador la producción de carne de pollo es de mayor importancia debido a que existe una gran demanda de la población por las carnes blancas, ya que es un producto sano, fresco y accesible a la economía de los ecuatorianos. Las grandes empresas dedicadas a la avicultura y específicamente a la crianza y comercialización de carne de pollo, abastecen al macro y micro mercados de las ciudades de nuestro país.

1.2. Proceso de faenado

Cuando alcanzan la edad de siete semanas los pollos son retirados de los galpones y transportados al centro de acopio donde serán faenados. Su remoción de los galpones es un proceso que abarca diferentes etapas, tales como, programación de retiro, ayuno, preparación del galpón, recolección y, finalmente, transporte al centro de faenamamiento.

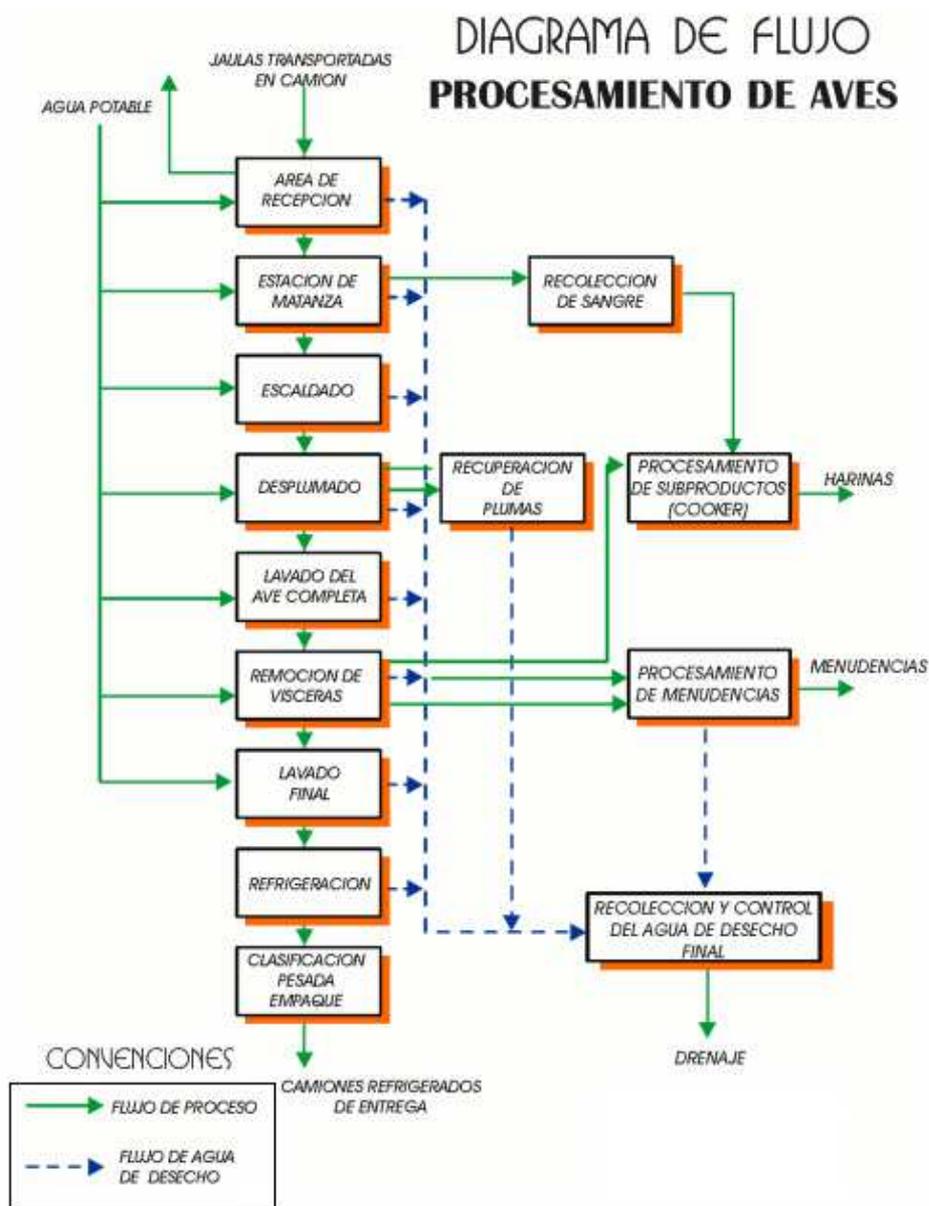


Figura 3.- Diagrama de flujo del proceso de faenado de pollos
Fuente: (Tecnologías Limpias, 2015)

Agrupadas bajo la denominación genérica de “Pre-Faena”, estas operaciones necesitan ser gerenciadas de manera integrada para que se pueda asegurar la calidad y el rendimiento de la carne obtenidos a lo largo de la crianza. (Nunes, 2008 a)

En la Figura 3 se indica el proceso de sacrificio de las aves, que comienza con la recepción de las aves que van a ser sacrificadas; se retiran de las jaulas para colocarlas en el sistema de transporte, seguidamente se procede a sacrificarlas, dejándolas desangrar, posteriormente ingresan al área de escaldado, desplume, y remoción de viseras para ser almacenados y transportados al mercado.

1.2.1. Captura y transporte.

Inmediatamente antes del inicio de la captura, los bebederos tienen que ser alzados o apartados, para evitar que las aves se choquen contra ellos durante la captura. Igualmente, se debe cuidar la aireación del galpón mientras los pollos esperan para ser recolectados, evitando el estrés térmico que causa la mortalidad de los pollos en los galpones o al momento de ser transportados al centro de faena.

Como se puede apreciar en la Figura 4, nunca se deben llenar demasiado las jaulas o contenedores, pues de lo contrario puede haber un exceso de calentamiento, estrés y mortalidad. Se debe reducir el número de pollos por jaula o contenedor en los climas calurosos. (Aviagen, 2010).



Figura 4.- Captura de pollos en los galpones
Fuente: (Nunes, 2014).

En todo momento, hasta la llegada al centro de faena, las aves deberán estar bien protegidas contra los elementos, utilizando ventilación, calefacción y/o enfriamiento adicionales cuando sea necesario. Los vehículos deben estar diseñados para proteger a los pollos contra los elementos climatológicos. El estrés que sufren las aves se minimiza si se utilizan camiones diseñados para proporcionarles la ventilación adecuada.

La descarga de los pollos en el área de espera del matadero se debe realizar en un tiempo máximo de cinco horas y si el tiempo es más prolongado, se deberá proporcionar ventilación complementaria. En clima frío la carga se debe cubrir para minimizar el enfriamiento por viento durante el transporte, revisando con frecuencia el confort de las aves.(Nunes, 2008 b).

1.2.2. Recepción de los pollos en la planta de sacrificio.



Figura 5.- Recepción de los pollos en la planta de sacrificio.
Fuente: (Martinez, 2011).

En la Figura 5 se puede observar la llegada de los pollos desde las granjas de producción hasta la planta de faenamiento. Se descargan en el momento que van a ser sacrificados, toda planta de proceso tiene un muelle de descarga, donde se apilan las jaulas antes de entrar a la línea de sacrificio. El área de descarga debe poseer colores tenues, no debe haber presencia de ruidos fuertes, esto con el afán de que el ave antes del sacrificio experimente un tiempo de espera de aproximadamente 15 a 20 minutos, en el cual su ritmo cardíaco se relaja, con esto posteriormente se logra un mejor desangre en la línea de proceso. Este tiempo de espera se lleva a cabo por el estrés que sufren las aves en su captura y transporte. (CONAVE, 2007).

1.2.3. Colgado y desangrado.

Después del período de espera, los pollos son llevados en las jaulas a la línea de matanza, los pollos se introducen en los conos de sacrificio hasta que la cabeza salga por el orificio del cono en unos 10 cm de longitud y se permita su manipulación del cuello del pollo para el corte y desangre, las jaulas desocupadas se lavan y desinfectan inmediatamente.

En la Figura 6 indica como son colocadas las aves en los conos de sacrificio, se espera hasta que la sangre se acumule en la cabeza de las aves, con esto se genera un período leve de tranquilidad e inmovilidad, posteriormente se estira el cuello y se lo dobla para realizar el corte en la vena yugular, que provoca su muerte por desangre en un período de 1,5 a 3,0 minutos.



Figura 6.- Inmovilización de los pollos en los conos para el desangrado.
Fuente: (Silva, 2010).

1.2.4. Escaldado de los pollos.

El escaldado de los pollos se lo realiza para aflojar la inserción de las plumas en los folículos, ya que su eliminación no es posible realizarla en seco, facilitando la posterior operación de desplumado.

Normalmente el escaldado se realiza por inmersión en agua caliente, y se distinguen tres tipos: escaldado alto, escaldado medio y el escaldado bajo dependiendo de los parámetros tiempo y temperatura. En la industria artesanal los más usados son el escaldado alto para proceso de desplume a mano y el escaldado bajo para el proceso de desplume a máquina.

Durante la permanencia de los pollos en la tina de escaldado, el agua debe agitarse para que penetre entre las plumas y llegue a la piel, cumpliendo su función de abrir los folículos. Los principales sistemas de agitación son el bombeo, turbinas e inyección de aire.

La temperatura del agua se controla dependiendo del método de escaldado, manual o automática mediante la entrada de agua fría y el encendido de la fuente de energía térmica.

1.2.4.1. Métodos de escaldado de pollos.

A continuación se describen métodos de escaldado de pollos de los cuales se optará una de ellas para el diseño de la escaldadora de pollos.

1.2.4.1.1. Escaldado tradicional artesanal.

El obrero determina si el agua se encuentra a la temperatura deseada para el escaldado alto o bajo, si la temperatura es alta se introduce agua con un recipiente caso contrario se espera a que el agua se caliente, la fuente de energía calorífica es el GLP. Con el agua a la temperatura deseada se sumergen los pollos en la olla de escaldado, una pieza de madera sirve como agitador, se agita el agua con los pollos sumergidos hasta que el obrero vea que es suficiente.



Figura 7.- Olla de escaldado tradicional artesanal.

Con el agitador se busca las patas de los pollos para retirarlos y proceder al desplume; en la Figura 7 se muestra las partes del escaldado tradicional artesanal.

Esta forma de escaldar pollos es muy ambigua, no posee ningún tipo de control y seguridad para el obrero. La producción por este método es baja, de gran esfuerzo físico, además de

ocasionar accidentes por quemaduras al estar en contacto con el agua, baja calidad y alto consumo de agua y GLP.

En la Tabla 1 se detallan las ventajas y desventajas del método de escaldado tradicional artesanal.

Tabla 1.- *Ventajas y desventajas del escaldado tradicional artesanal.*

| ESCALDADO TRADICIONAL ARTESANAL | |
|--|--|
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| Costo de adquisición bajo | No existe control de tiempo – temperatura de |
| | Esfuerzo físico elevado |
| | Riesgo a posibles quemaduras |
| | Gasto elevado de GLP |
| | Gasto elevado de agua |
| | Alto grado de contaminación |
| | Pollo de mala calidad |

1.2.4.1.2. Tina de escaldado con aspas.

La tina de escaldado con aspas Figura 8, la fuente para elevar la temperatura del agua es el GLP, posee un indicador de temperatura; el agitador esta compuesto por una transmision motor-reductor que hace girar las aspas en el interior de la tina permitiendo que los pollos esten girando en el interior de la tina.

En este método si el indicador de temperatura muestra la temperatura deseada ´para el tipo de escaldado deseado, se sumerge los pollos en los compartimentos que genera las aspas, se deja rotar hasta que es escaldado sea el adecuado, en las aspas hay una malla la cual permite destilar a los pollos y su extraccion sea más fácil, entonces el obrero retira los pollos de la tina de escaldado para su posterior desplume.

Con esta máquina se reduce el consumo de agua y combustible, pero los pollos son de baja calidad debido al alto matrato generado por las aspas.

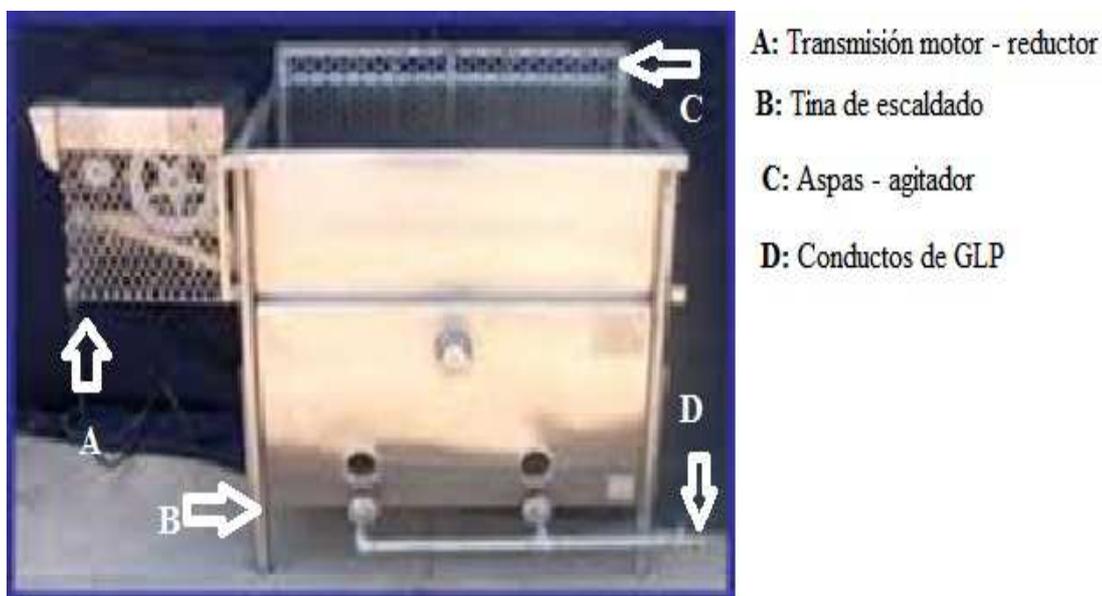


Figura 8.- Tina de escaldado con aspas.
 Fuente: (MAC, Escaladoras de aspas, 2010)

En la Tabla 2 se muestra las ventajas y desventajas del método de escaldado en la tina con aspas.

Tabla 2.- *Ventajas y desventajas de la tina de escaldado con aspas.*

| TINA DE ESCALDADO CON ASPAS | |
|--|-----------------------------|
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| Reducción esfuerzo físico al obrero | Maltrato del pollo |
| Costo moderado de adquisición | Alto grado de contaminación |
| Ahorro de agua | Sobrescaldado |

Producción moderada

Alto grado de contaminación

1.2.4.1.3. Escaldador de pollos para producción en línea por inmersión.

Este método de escaldado consiste en transportar pollos atreves de un monorriel como se indica en la Figura 9, en el cual se encuentran las garruchas y dispositivos de carga para la colocación y transporte de los pollos.

Conocida como escaldado para producción en línea por inmersión, se colocan los pollos en los dispositivos de carga para que sean sumergidos en la tina de escaldado, en este método se controla el tiempo de escaldado con el avance de los dispositivos de carga, la fuente de energía calorífica puede ser el GLP o diesel.



*Figura 9.- Escaldador de pollos por inmersión para producción en línea.
Fuente: (Poultry Dressing plant Scalding or Chicken Scalding, 2013).*

Las partes del método de escaldado en línea por inmersión:

A: Tina de escaldado

B: Dispositivos de carga

C: Garruchas

D: Monorriel

Con este método se reduce la posibilidad de tener accidentes causados por quemaduras, debido a que no hay contacto con el agua caliente, el escaldado es uniforme ya que se controla el tiempo de estancia de los pollos en la tina de escaldado y la temperatura del agua evitando el sobrecaldado.

La Tabla 3 se detalla las ventajas y desventajas que tiene este método de escaldado de pollos por inmersión.

Tabla 3.- *Ventajas y desventajas del escaldado en línea por inmersión*

| ESCALDADOR DE POLLOS PARA PRODUCCIÓN EN LÍNEA POR INMERSIÓN | |
|--|------------------------------|
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| Reducción esfuerzo físico al obrero | Costo elevado de adquisición |
| Ahorro de agua | |
| Ahorro de combustible (GLP o diesel) | |
| Producción elevada y de buena calidad | |
| Moderado grado de contaminación | |

1.2.4.1.4. Escaldado de pollos con vapor de agua "Hotbox".

Un nuevo proceso de escaldado se encuentra ya en fase de funcionamiento, original de una granja Británica de avicultura ecológica.

Se llama "Hotbox" (caja caliente), y consiste en una cámara metálica que produce vapor de agua. Los pollos en lugar de ser sumergidos en el tradicional tanque de escaldado, son sometidos a humedad y calor, antes de pasar al desplumado; la máquina se muestra en el Figura 10.

Las partes que componen este método de escaldado son:

A: Cámara de vapor.- en esta cámara ingresa los pollos para ser escaldados con la ayuda de vapor de agua.

B: Tina, recoge el agua condensada del vapor

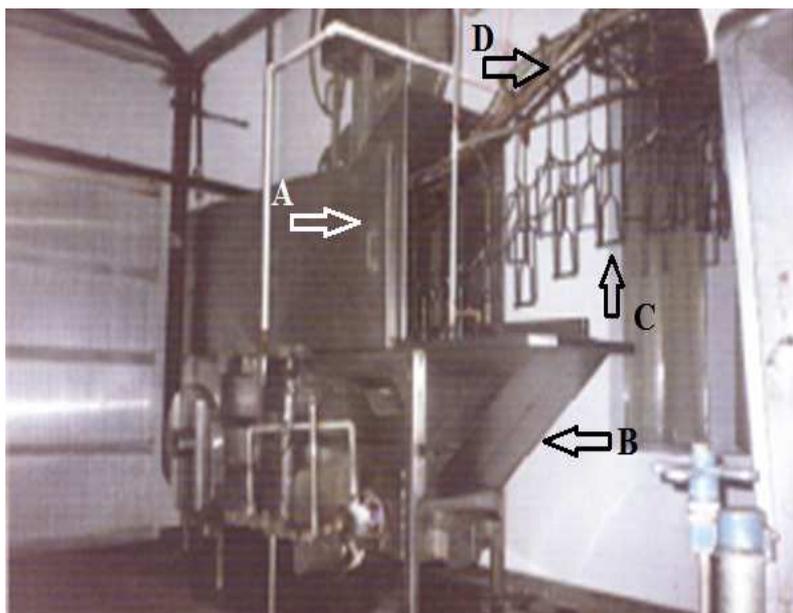


Figura 10. Escaldador de pollos con vapor de agua.
Fuente: (Valenti, 2013)

C: Garruchas y dispositivos de carga

D: monorriel.

La Tabla 4 muestra las ventajas y desventajas del uso de la máquina para el escaldado a vapor de agua.

Tabla 4.- Ventajas y desventajas del escaldado con vapor de agua

| ESCALDADOR DE POLLOS CON VAPOR DE AGUA | |
|--|------------------------------|
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| Bajo esfuerzo físico a los obreros | Costo elevado de adquisición |

Ahorro de agua

Ahorro de combustible (GLP o diesel)

Producción elevada y de buena calidad

Bajo grado de contaminación

La desventaja de esta máquina es el costo elevado, ya que además de la máquina necesita de otros elementos de alto costo como el caldero para la generación del vapor.

1.2.4.2. Problemas del escaldado de pollos.

- a) Cuando la temperatura del agua supera los 70 °C y el tiempo de escaldado es prolongado se produce una cocción de la epidermis provocando rupturas de la piel en la etapa del desplumado, a esto se le denomina sobrecaldado, como se observa en la Figura 11 a.
- b) Con la temperatura inferior a los 50 °C, se genera una decoloración en la piel del pollo (manchas, color no uniforme), debido a la falta de transmisión de calor hacia los folículos el desplume es ineficiente, aumentando el tiempo de proceso del pollo; este fenómeno se observa en la Figura 11 b.

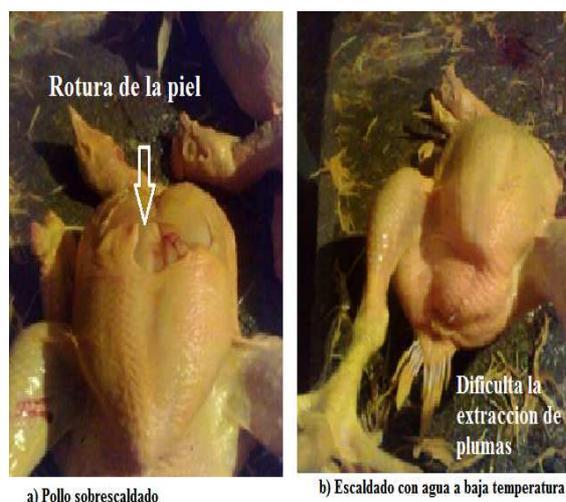


Figura 11.- Problemas del escaldado al no tener control del tiempo y temperatura de escaldado.

Si estos problemas no son solucionados los pollos procesados no serán de buena calidad, entonces no serán de agrado para el consumidor, ocasionando pérdidas de dinero y producto.

1.1.1.1. Parámetros para un óptimo escaldado.

Los parámetros para un óptimo escaldado son la temperatura del agua y el tiempo de escaldado, se realizó toma de datos con el método de escaldado tradicional artesanal para establecer estos parámetros, que se muestra en la Tabla 5 para el escaldado alto y bajo.

Tabla 5.- Toma de datos para establecer los parámetros para el escaldado alto y bajo

| ESCALDADO ALTO | | ESCALDADO BAJO | |
|------------------|--------------|------------------|--------------|
| Temperatura (°C) | Tiempo (s) | Temperatura (°C) | Tiempo (s) |
| 66 | 50 | 66 | 96 |
| 65 | 76 | 54 | 90 |
| 69 | 80 | 55 | 89 |
| 68 | 83 | 55 | 88 |
| 69 | 65 | 55 | 91 |
| 69 | 89 | 54 | 92 |
| 69 | 51 | 54 | 91 |

| | | | |
|-----------------|----|----|----|
| 67 | 54 | 53 | 91 |
| 68 | 80 | 55 | 95 |
| 67 | 90 | 52 | 86 |
| 67 | 88 | 56 | 92 |
| 65 | 63 | 56 | 92 |
| 69 | 72 | 55 | 86 |
| 65 | 67 | 56 | 85 |
| 68 | 61 | 55 | 92 |
| 66 | 84 | 53 | 98 |
| 65 | 82 | 55 | 96 |
| 69 | 85 | 52 | 94 |
| 70 | 56 | 52 | 87 |
| 68 | 70 | 55 | 89 |
| 65 | 86 | 55 | 91 |
| PROMEDIO | | | |
| 67 | 73 | 54 | 90 |

En la Tabla 5 se muestra la lectura de dos lotes de pollos que fueron procesados, teniendo como resultado una media de 67 °C la temperatura del agua, con un tiempo de 73 s para el escaldado alto y 54 °C la temperatura del agua con un tiempo de 90 s para un escaldado bajo. Estos parámetros serán considerados posteriormente para el diseño de la escaldadora.

Según (Agrarios, 2010) la velocidad de transporte de pollos en la faena varía de acuerdo a tipo del escaldado deseado; el valor de la velocidad promedio es de 0,02 m/s.

1.1.1.2. Selección de la alternativa adecuada para el escaldado de pollos.

Para seleccionar la alternativa adecuada, se tomará en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de los métodos mencionados en la sección 1.2.4.1., para la selección de la alternativa se toma en cuenta los siguientes criterios.

Esfuerzo físico al personal de la planta.

El personal que labora en la planta de proceso de faena, realiza un alto grado de esfuerzo físico, siendo causante de dolores musculares por realizar un trabajo repetitivo durante toda la jornada de trabajo.

Consumo de agua.

En el proceso actual de escaldado el consumo de agua está alrededor de 1700 Lts. por día, con la nueva alternativa se estima usar 300Lts de agua, se realizará en la jornada de trabajo por lo menos 3 cambios de agua teniendo un gasto de 900 Lts.por día, permitiendo un ahorro de 800 Lts. de agua.

Consumo de combustible.

El uso de combustible es alto, se utiliza un cilindro de GLP. por día, se usa el cilindro doméstico con un costo de \$ 2,50, debido a su prohibición del cilindro doméstico se utiliza el industrial con un costo de \$ 20,00 con esto se necesita mejorar la eficiencia o buscar alguna alternativa de fuente de energía.

Grado de contaminación.

Se debe tomar en cuenta el grado de contaminación del producto final después de su proceso; además usar un material anticorrosivo como lo es el acero inoxidable como establece la Norma ISO 22000.

Costo de fabricación.

Se debe realizar un análisis del costo de materiales, costos de los procesos de fabricación, costo del diseño, costo del número de elementos que conforman la máquina. En la Tabla 6 indica los costos de adquisición de los diferentes métodos de escaldado.

Tabla 6.- *Costos de adquisición de los diferentes métodos de escaldado.*

| ALTERNATIVA | | | | |
|--------------------|--------------------|-------------|-------------------|--------------|
| | TRADICIONAL | TINA | PRODUCCIÓN | VAPOR |
| COSTO USD. | 50 | 1.500 | 15.000 | 25.000 |

Tabla 7.- *Selección de la alternativa para el diseño de la escaldadora.*

| PARÁMETRO | ALTERNATIVA | | | |
|------------------------|--------------------|-------------|----------------------|--------------|
| | TRADICIONAL | TINA | PRODUCCIÓN EN | VAPOR |
| ESFUERZO FÍSICO | 10 | 9 | 5 | 5 |
| CONSUMO DE AGUA | 10 | 8 | 5 | 2 |
| CONSUMO DE | 9 | 8 | 6 | 8 |
| COSTO | 1 | 3 | 5 | 10 |
| GRADO DE | 10 | 8 | 5 | 1 |
| TOTAL | 40 | 36 | 26 | 26 |

De acuerdo a los parámetros mencionados se los coloca en una escala de cuantificación del 1 al 10, determinando 1 el proceso eficiente, de bajo consumo energético y más económico; mientras que con un 10 lo contrario.

Con los resultados de la Tabla 7, muestra dos alternativas de diseño, el método de producción en línea por inmersión y la del escaldado por vapor siendo despreciada la última por el parámetro costo que no es accesible para la industria artesanal.

Con esto se determina que el escaldado de producción en línea es la mejor alternativa para el diseño de la máquina.

1.1.2. El desplume.

Posteriormente del escaldado los pollos ingresan al equipo de pelado que se muestra en la Figura 12, en el que se extraen todas las plumas. Se puede apreciar que la máquina consta de dedos de goma que giran sobre un eje. Los pollos pasan entre estos dedos, eliminando las plumas que caen en la parte inferior del bastidor del equipo.



Figura 12.- Máquina para el desplume de pollos
Fuente: (MAC, 2010)

Se debe verificar que los dedos de goma se encuentren en buenas condiciones para no causar lesiones en la epidermis, caso contrario cambiar inmediatamente. (Feldman, 2000 a).

El proceso de desplume con las máquinas extractoras de plumas hace que el pollo en proceso tenga un alto grado de maltrato dañando la calidad del pollo, mientras los que son procesados a mano el grado de maltrato es bajo, siendo de mayor agrado al consumidor.

1.1.3. El eviscerado y enjuague.

Mediante el eviscerado se abre la cloaca con un corte, se extraen los órganos internos y se conserva la molleja, el hígado y el corazón, la carne puede contaminarse si se esparce el contenido de los intestinos, lo cual debe evitarse.



Figura 13.- Extracción de viseras y separación de la molleja.
Fuente: (PINPOLLO, 2009)

Después de la extracción de los intestinos, extraer el buche y revisar si fueron extraídos todos los órganos para realizar un enjuague total con agua potable para eliminar restos de contaminación. En la Figura 13 se muestra los pasos a seguir para un correcto eviscerado.

1.1.4. Refrigeración y transporte.

Los pollos procesados se sumergen en un primer tanque que contiene agua, llamado pre-chiller en donde permanecen 10 minutos bajándoles su temperatura a unos 14 °C, posteriormente

pasan al chiller en donde son sumergidos en un baño de hielo y agua, hidratando la carne y bajando su temperatura hasta unos 4 °C en un tiempo de 10 minutos.

Normalmente los mataderos constan de una pequeña cámara de congelación para almacenar la producción de 2 o más días, de acuerdo a la demanda existente en el mercado. Los pollos son transportados hacia los diferentes puntos de venta.

1.1.5. Eliminación de desechos.

En la industria de la carne el control y la eliminación de desechos es un problema importante. La óptima utilización y reducción de los desperdicios es un objetivo esencial en la economía de las faenadoras.

Los desechos deben ser eliminados de la zona de faena con el objetivo de evitar contaminaciones. Además, los desechos son potencialmente perjudiciales ya que constituyen focos de atracción para insectos y roedores.(Feldman, 2000 b)

1.2. Higiene y seguridad

Como la carne de ave es muy susceptible a contaminarse, es necesario aplicar en las diferentes líneas de producción una serie de medidas específicas adicionales a las anteriormente mencionadas. En primer lugar, cada área de trabajo debe mantenerse permanentemente limpia, aun aquellas zonas intermedias como son las áreas de desangrado, escaldado y desplumado.

Asimismo, en las salas de corte y procesado la temperatura ambiente no debe ser mayor a los 10°C. Debe existir una barrera sanitaria en la entrada a las áreas de proceso en donde los operarios puedan lavar y desinfectar botas, manos, guantes y otros utensilios de trabajo. La mayor contaminación ocurre en las primeras etapas del sacrificio de las aves, tales como el escaldado y el desplumado.

Estas operaciones, junto con la evisceración, son las de mayor dispersión de microorganismos, debido a que en las plumas las aves acarrean desechos que ingresaran a la tina de escaldado.

1.2.1. Higiene personal.

La higiene del personal que manipula los alimentos es de vital importancia para evitar enfermedades de origen alimentario.

La periodicidad en la limpieza de manos debe ser muy elevada usando jabón líquido y desinfectante. Es necesario asearse al incorporarse al lugar de trabajo; tras los descansos y, después de manipular materias prima contaminadas, desperdicios y todas las veces que sean necesarias.(SANITAT, 2010).

1.2.2. Equipos y utensilios.

Todos los equipos y utensilios deben ser diseñados y construidos de modo de asegurar la higiene, permitiendo una fácil y completa, desinfección e inspección.



Figura 14.- Limpieza y desinfección de los equipos y utensilios.
Fuente: (SANITAT, 2010)

Los materiales utilizados en los equipos de faena y procesamiento no deben transmitir sustancias tóxicas, olores ni sabores al producto. No deben ser absorbentes pero si resistentes a la corrosión y al desgaste, ocasionado por las repetidas operaciones de limpieza y desinfección, para lo cual la Norma ISO 22000, sistema de la gestión de inocuidad de los alimentos recomienda trabajar con materiales inoxidables.

1.2.3. Limpieza y desinfección.

Asegurar la calidad de los alimentos implica tener implementado un plan diario y después de cada jornada de trabajo una limpieza y desinfección que ayude, conjuntamente con las buenas prácticas de la persona manipuladora, a reducir al mínimo el peligro de contaminación y por lo tanto permita garantizar la inocuidad de los productos. Por ello es importante recordar que es diferente limpiar que desinfectar.

Limpiar es un proceso en el que la suciedad se disuelve, generalmente en agua ayudada de detergentes.

Desinfectar consiste en destruir la mayor parte de los microorganismos de las superficies mediante agentes químicos.



Figura 15.- Limpieza del área de trabajo para reducir la contaminación y uso del EPI.

Fuente: (Avícola, 2014)

En todo servicio de alimentos debe establecerse un sistema de limpieza y desinfección programado y periódico, que incluya todas las instalaciones, maquinaria y demás equipos, determinando aquellos equipos y materiales considerados como más críticos, con el objeto de prestar una mayor atención. En la Tabla 8 se detalla la actividad, acción de limpieza, dosis para la desinfección y el equipo de protección individual para cada proceso del faenado de pollos. Anexo 1.

Tabla 8.- *Cronograma de desinfección de la planta de faenamiento para cada jornada de trabajo.*

| PROCESO | ACTIVIDAD | LIMPIEZA | DESINFECCIÓN | EPI. |
|------------------------------------|---|---|--|--|
| RECEPCIÓN | Inspeccionar pollos muertos Verificar que estén en ayuno | Eliminar pollos muertos Desinfectar jaulas | Lavar con amonio cuaternario Dosis 2.5 ml por litro de agua Enjuagado con abundante agua | Botas Mandiles Guantes Gorras |
| MATANZA DESANGRADO | Colocación de las aves en los conos de sacrificio Corte de vena yugular para el desangrado | Limpieza de cuchillos con detergentes luego de cada jornada de trabajo | | |
| ESCALDADO | Verificar que los pollos estén muertos para ingresar a la tina de escaldado | Limpieza de la cuba de agua después de terminar la jornada Secar totalmente la máquina | | |
| EVISCERADO | No derramar material fecal de los intestinos en la carne | Limpieza y desinfección de materiales usados, cuchillos | | |
| ENJUAGUE | Enjuagar en agua potable limpia | Limpieza y desinfección del tanque de enjague | | |
| RECOLECCIÓN DE DESECHOS | Recolección de plumas y viseras para su eliminación | Lavar y desinfectar toda el área de trabajo | | |

1.3. Automatización y control de la línea

1.3.1. Sistemas de control.

Un sistema dinámico puede definirse conceptualmente como un ente que recibe unas acciones externas o variables de entrada, cuya respuesta a estas variables de entrada se las denomina variables de salida. (Giraldo, 1997).

En la Figura 16 indica que un sistema está conformado de entradas el sistema procesa las señales generando una salida para cada entrada.

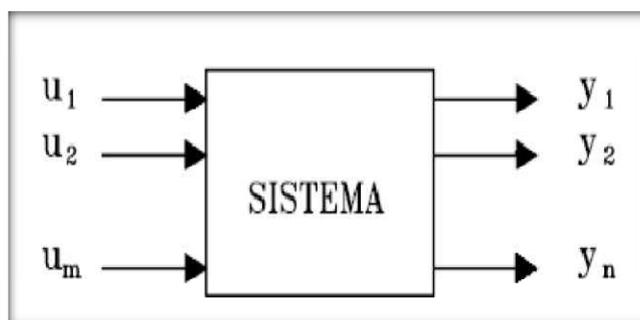


Figura 16.- Representación de un sistema.
Fuente: (Giraldo, 1997)

Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control y permiten su correcto funcionamiento son:

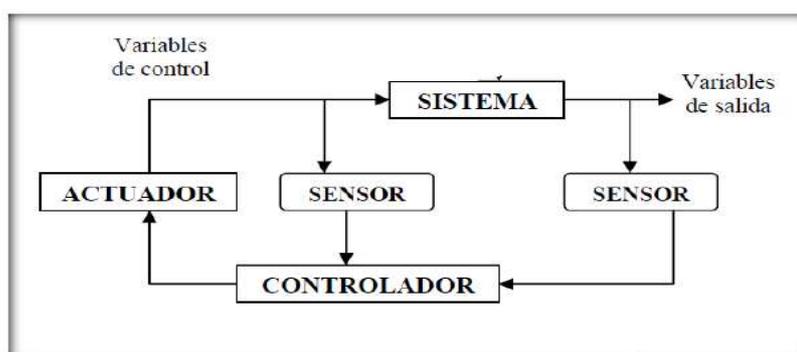


Figura 17. Esquema general de un sistema de control
Fuente: (Giraldo, 1997)

- Sensores: dan las señales de entrada y permiten conocer los valores de las variables del sistema.

- Controlador: procesa la información proporcionada por los sensores y calcula la acción que debe aplicarse para realizar el control del proceso.
- Actuador: es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador, son las señales de salida del sistema.

1.3.1.1. *Sistemas de control de lazo abierto.*

Un sistema de lazo abierto es cuando la salida no afecta a la acción de control, es decir no hay una retroalimentación de información, en la Figura 18 indica un sistema de lazo abierto.

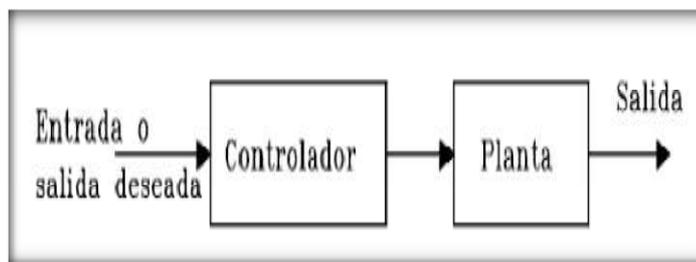


Figura 18. Sistema de lazo abierto
Fuente: (Giraldo, 1997)

1.3.1.2. *Sistema de control de lazo cerrado.*

Este sistema se caracteriza por la retroalimentación de información es decir la variable de salida es medida para comparar con los valores deseados a la entrada del sistema.

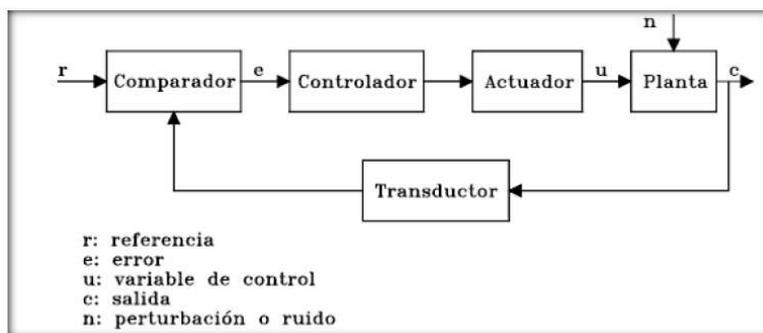


Figura 19. Sistema de control de lazo cerrado
Fuente: (Giraldo, 1997)

En la Figura 19 indica los elementos y como está estructurado un sistema de control de lazo cerrado.

1.3.2. Clasificación de los controles automáticos.

1.3.2.1. Control On/Off.

Este control también es conocido como un controlador todo/nada y es el más sencillo de implementar. El controlador On/Off tiene una señal de referencia que se lo conoce como set point, esta señal es la deseada del proceso, además tiene una banda diferencial o zona neutra en la cual la salida se mantiene en su valor. Figura 20.

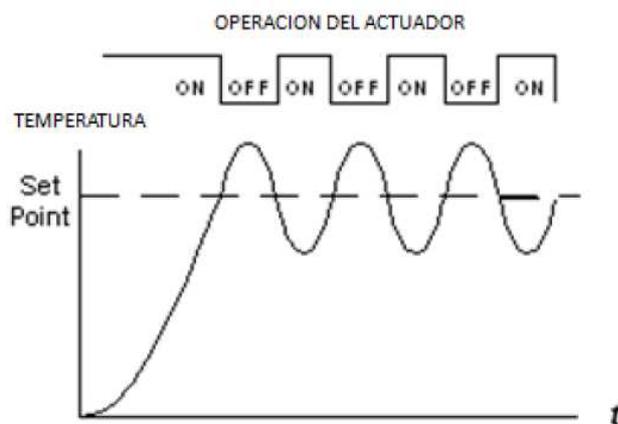


Figura 20. Gráfica de un controlador On/off
Fuente: (Giraldo, 1997)

La banda diferencial permite minimizar la frecuencia de oscilación de la salida pero aumenta la amplitud de la misma, debido a esto el controlador no es preciso.

1.3.2.2. Control de acción proporcional.

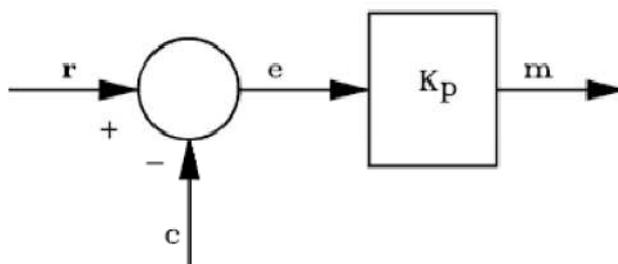


Figura 21. Control proporcional.
Fuente: (Giraldo, 1997)

Este produce una señal de control ajustando a la señal de error, este control es fácil de implementar, reduce el error pero no lo elimina. Figura 21.

1.3.2.3. Control de acción integral.

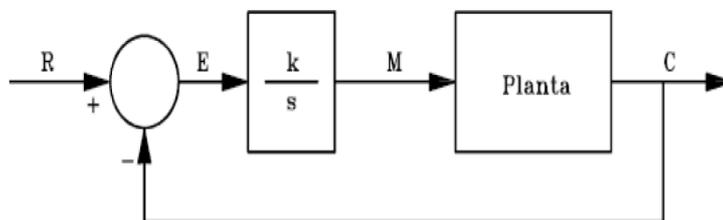


Figura 22. Controlador Integral
Fuente: (Giraldo, 1997)

Este proporciona una corrección para compensar las perturbaciones y mantener la variable controlada en el punto deseado, este controlador elimina el error en un estado estacionario pero si T_i disminuye el sistema tiende a ser inestable. Figura 22.

1.3.2.4. Control de acción proporcional integral.

Este controlador combina las características de los anteriores, K_p ayuda a corregir más rápido el error. K_i elimina totalmente el error, con esto las condiciones de estabilidad se mejoran. El diagrama se indica en la Figura 23.

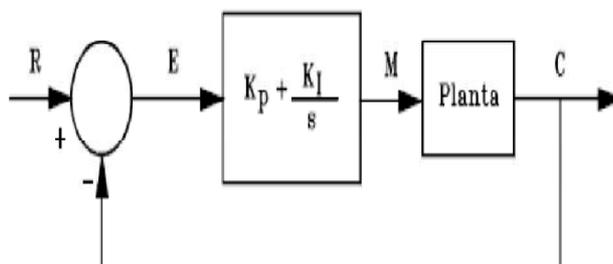


Figura 23. Control proporcional integral.
Fuente: (Giraldo, 1997)

1.3.3. Sensor de temperatura.

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambio de señales eléctricas y estas ser procesadas de acuerdo a su aplicación; entre estas tenemos:

- Termistores

- Los RTD
- Termopares

1.3.3.1. Termistor.

Se basa en la resistencia de los semiconductores que es variable en función de su temperatura y tenemos dos tipos de termistores. Su rango de medición y precisión los hacen ser los favoritos para las aplicaciones donde se necesite un control de temperatura. Figura 24.

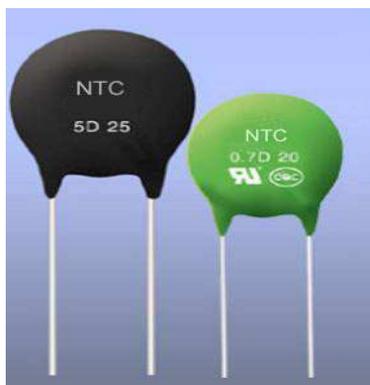


Figura 24. Sensor de temperatura NTC
Fuente: (D`Ambros, 2012)

PTC: cuando aumenta la temperatura, aumenta la resistencia.

NTC: cuando aumenta la temperatura, disminuye la resistencia ver en la Figura 25.

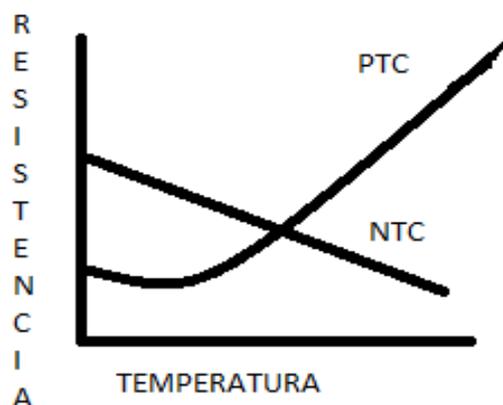


Figura 25. Curvas características de los termistores.
Fuente: (Rieléctrico, 2012)

En la Figura 23 muestra las curvas características del termistor.

1.3.3.2. Los RTD.

En la Figura 26 se observa que estos sensores están basados en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura su rango y precisión los hacen ideales para su aplicación y el más usado es el sensor Pt100; los metales empleados en este tipo de sensor son:

- Platino
- Cobre
- Níquel
- Molibdeno

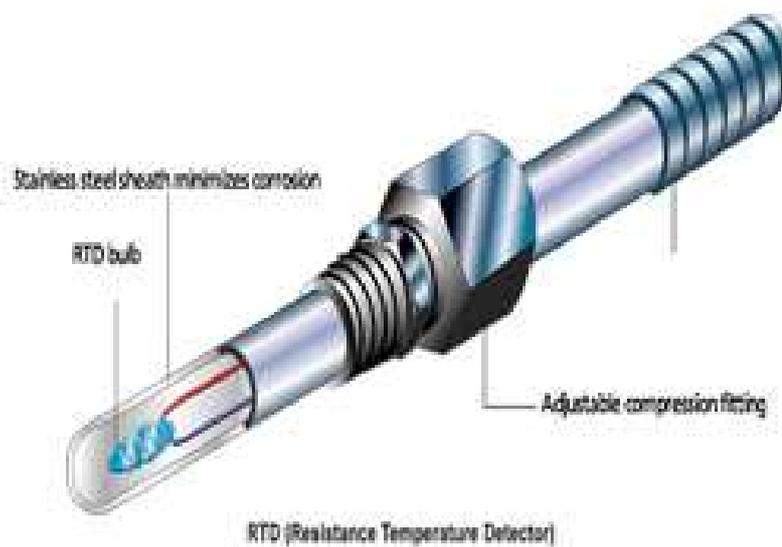


Figura 26.- Sensor RTD
Fuente: (Thermometrics, 2012)

1.3.3.3. Termopar.

También llamado termocupla y está formado por dos metales, el principio de funcionamiento es el efecto termoeléctrico. Un material termoeléctrico permite transformar directamente el calor en electricidad o generar frío cuando se aplica una corriente eléctrica; son de bajo costo pero su precisión de medida tiene su tolerancia.

1.3.3.4. Selección del sensor de temperatura.

Tabla 9.- Cuadro comparativo para la selección del sensor de temperatura

| | COSTO | PRECISIÓN | CALIBRACIÓN |
|------------|------------|-----------|---------------------|
| TEMISTOR | Elevado | Alta | No tiene linealidad |
| RTD(Pt100) | Elevado | Alta | Lineal |
| TERMOPARES | Económicos | Baja | Lineal |

De acuerdo a la Tabla 9 se opta por seleccionar un sensor termopar ya que son económicos, no se necesita precisión al medir la temperatura de la tina y su linealidad para su acondicionamiento.

| Tipo de termopar | Composición química | Rango de aplicación usual (°C) | Notas |
|------------------|---|--------------------------------|--|
| B | Platino 30% Rodio (+) Platino 6% Rodio (-) | 1370 a 1700 | Fácilmente contaminado, requiere protección. |
| C* | Tungsteno 5% Renio (+) Tungsteno 26% Renio (-) | 1650 a 2315 | Sin resistencia a la oxidación. Vacío, hidrógeno ó atmósferas inertes. |
| E** | Cromel (+) Constantán (-) | 95 a 900 | No someterlo a la corrosión en temperaturas criogénicas ¹ . |
| J | Hierro (+) Constantán (-) | 95 a 760 | Recomendado en atmósferas reductoras. El cable de hierro se somete a la oxidación en altas temperaturas - Usar un calibre grueso para compensar. |
| K** | Cromel (+) Alumel (-) | 95 a 1260 | Satisface en atmósferas oxidantes. |
| N | Nicrosil (+) Nisil (-) | 650 a 1260 | Para uso general, mejor resistencia a la oxidación y al sulfuro que el tipo "K". |
| R | Platino 13% Rodio (+) Platino (-) | 870 a 1450 | Recomendado en atmósferas oxidantes. Fácil de contaminarse, requiere protección. |
| S | Platino 10% Rodio (+) Platino (-) | 980 a 1450 | Patrón de laboratorio, altamente reproducible. Fácil de contaminarse, requiere protección. |

Figura 27.- Característica de los termopares
Fuente: (Industrial, 2015).

En los termopares tenemos varios tipos, para la Línea de escaldado se opta usar el termopar tipo K ya que trabaja en atmosferas oxidantes como indica la Figura 27.

Acondicionar la señal del sensor de temperatura.

Una vez determinado el sensor de temperatura a usar, Tipo K es necesario realizar su acondicionamiento de señal para ser controlada con el PLC, para esto usamos el integrado AD595 que es el encargado de acondicionar la señal.

Se anexa el datasheet (Análogos, 99) del integrado para ver sus características y conexiones para su funcionamiento.

Integrado AD595 para termocupla tipo K.

Éste contiene un amplificador de instrumentación y el circuito de compensación de la unión fría para una termocupla tipo K, aunque se podría calibrar para otros tipos de termocuplas.

Las características del integrado son:

- Baja impedancia de tensión de salida $10 \frac{mV}{^{\circ}C}$
- Fuente de alimentación de 5 V a 15 V
- Consumo de potencia menos a 1 mW.
- Compensación de junta fría.
- Señal de salida amplificada

El fabricante nos da la siguiente ecuación para el análisis del voltaje de salida del amplificador.

$$AD595 \text{ OUT} = (\text{VOLTAJE TIPO K} + 11 \mu V) * 247.3$$

Despejando el voltaje tipo K nos queda:

$$\text{VOLTAJE TIPO K} = \left(\frac{AD595 \text{ OUT}}{247.3} \right) - 11 \mu V$$

Con la señal acondicionada se procede a realizar la conexión un canal análogo del PLC, para su procesamiento.

1.3.3.5. Termopozo.

El termopozo es una pieza metálica o plástica que es utilizada para proteger los sensores de temperatura de golpes, ambientes abrasivos o contaminantes.

La ventaja de usar un termopozo es la facilidad de cambiar el sensor sin necesidad de interrumpir los procesos; estas para acoplarse tienen conexiones roscadas o bridas de sujeción como se aprecia en la Figura 28.

Se instalará en la tina de escaldado un termopozo de acero inoxidable, debido a que está en contacto directo con el agua que escalda al pollo.



Figura 28. Termopozo con unión roscada (NOSHOK, 2009)

1.3.4. Sensores de nivel de agua

En la actualidad existen diferentes métodos para la medición de líquidos cada con características particulares que se acoplan a diferentes aplicaciones y tenemos los siguientes:

- Medición directa
- La presión hidrostática
- Propiedades eléctricas del líquido

1.3.4.1. Medidores de nivel directo.

Se basa en la medición directa de la altura del líquido con la ayuda de un flotador, por lo general son mecánicos. En la Figura 29 se puede ver este tipo de sensor en donde el flotador permite o no el paso de líquido hacia el recipiente.



Figura 29.- Sensor de nivel actuado con la ayuda de un flotador.
Fuente: (Truper, 2015)

1.3.4.2. Medidores de nivel hidrostáticos.

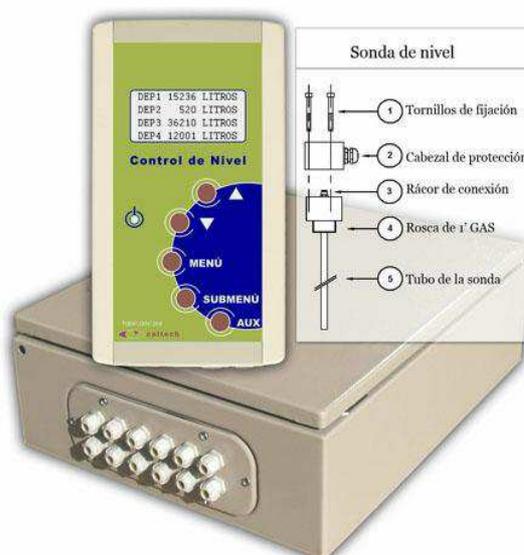


Figura 30.- Sensor de nivel basado en la presión hidrostática del fluido
Fuente(Coltech, 2009)

La medición de este sensor es basada en la presión que ejerce una columna del líquido, esta presión dependerá de la densidad y la presión atmosférica, en la Figura 30 se observa este tipo de sensor.

1.3.4.3. Propiedades eléctricas del líquido.

Su funcionamiento se basa en las variaciones de la capacitancia por medio de una sonda que es introducida al recipiente que se desea medir el nivel del líquido. Figura 31.

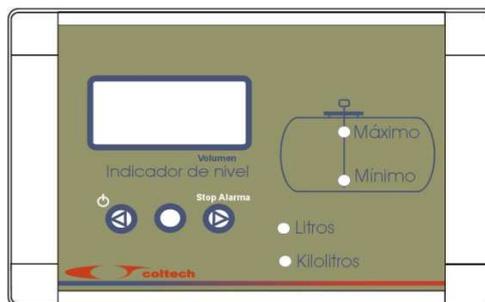


Figura 31. Sensor del nivel basado en las variaciones de la capacitancia
Fuente: (Coltech, 2009)

1.3.4.4. Selección del sensor de nivel.

Tabla 10.- Tabla comparativa para la selección del sensor de nivel.

| | COSTO | MANTENIMIENTO | ADQUISICIÓN | REPUESTO |
|------------------------|-------|-----------------------------|-------------|----------------------------------|
| MEDICIÓN DIRECTA | Bajo | Bajo Cualquier persona | fácil | Facilidad de encontrar repuestos |
| PRESIÓN HIDROSTÁTICA | Alto | Alto Personal capacitado | Difícil | Alto |
| PROPIEDADES ELÉCTRICAS | Alto | Personal capacitado | Difícil | Alto |

De acuerdo a los sensores de nivel antes mencionados y con la ayuda de la Tabla 10, seleccionamos el sensor de medición directa debido a su costo, facilidad de adquisición, bajo costo de montaje y mantenimiento; además que para la máquina no necesitamos de una señal eléctrica para ser controlada.

1.3.5. EL PLC

El PLC es un dispositivo electrónico que es programado de acuerdo a la necesidad y aplicación del usuario, ahorrando costos y aumentando la confiabilidad y seguridad de los equipos.

Para seleccionar el PLC debemos tener en cuenta que recursos se necesita como número de entradas digitales y analógicas; número de salidas como están configuradas

Con un análisis realizado de los recursos que necesitamos seleccionamos el PLC de gama baja del fabricante Siemens Figura 32, que es PLC Logo 12/24RC, que posee 8 entradas digitales de las cuales 2 pueden ser usadas como entradas analógicas y cuatro salidas a relé.

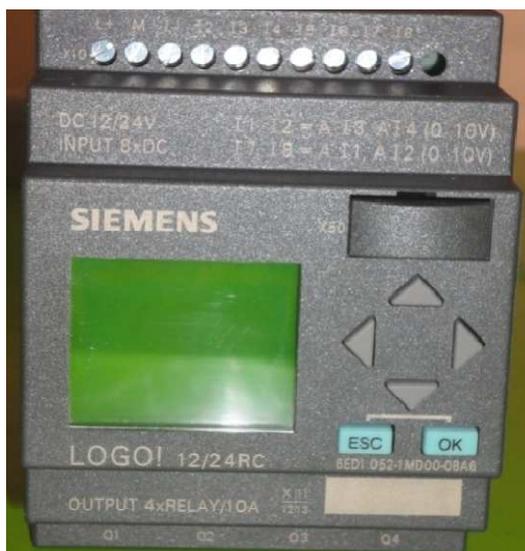


Figura 32.- PLC logo de Siemens 12/24RC

Para el correcto funcionamiento se requiere también la fuente de energía, Figura 33 Logo Power.



Figura 33. Fuente de poder logo 24 V

En la Figura 34 se detalla las características del PLC.

| Características | LOGO! 12/24V DC |
|--|-----------------------------|
| Tensión de alimentación | 12/24 V DC |
| Rango admisible | 10,8 a 28,8 V DC |
| Protección contra inversión de polaridad | Sí |
| Consumo de corriente: | |
| • 12 V DC | • 60 a 175 mA |
| • 24 V DC | • 40 a 100 mA |
| Reloj en tiempo real | Sí |
| Precisión del reloj en tiempo real | Típ. ± 2 s / día |
| Temperatura ambiente | 0 a 55 C |
| Entradas digitales | 8 |
| Entradas analógicas | 4 |
| Salidas digitales | 4 |
| Tipo de salida | Relé |
| Aislamiento galvánico | Sí |
| Corriente permanente | Máx. 10A por relé |
| Corriente de cierre | Máx. 30 A |
| Protección contra corto circuito | Requiere protección externa |
| Tensión de entrada L+: | |
| • Señal 0 | • < 5V DC |
| • Señal 1 | • > 8,5 V DC |

Dimensiones (ancho x alto x prof) 72 x 90 x 55 mm
 Figura 34. Características generales del LOGO! 12/24RC.

Fuente: (Siemens, 2003)

1.4. Intercambiador de calor

Las características del intercambiador de calor dependerán del recorrido de la llama, del tipo y cantidad de materia que se va a elevar de temperatura.

La idea principal es que el fuego y los gases calientes estén en la cámara el mayor tiempo posible, para aprovechar al máximo el calor generado, la trayectoria de los gases debe seguir líneas curvas, evitar ángulos rectos; procurar que los gases circulen con libertad.

1.4.1. Alternativas de recorrido del calor generado u hogar de la llama

Se describen las alternativas para el diseño del intercambiador de calor, el cual será el encargado de transmitir el calor hacia la tina que contendrá agua para posterior escalado de los pollos.

1.4.1.1. Tiro superior.

El calor generado no es provechado, debido a que toda la energía pasa directamente hacia la parte superior donde se encuentra la chimenea y la energía se disipa hacia el medio ambiente, provocando mayor consumo de combustible.

1.4.1.2. Tiro cruzado.

La chimenea se encuentra a la misma altura del quemador, de tal manera que los gases calientes se elevan y luego bajan para salir por la chimenea, así aprovechado más la energía entregada al hogar.

1.4.1.3. Tiro invertido (serpentín).

Los de tiro invertido tienen más rendimiento, debido a que este diseño se logra mantener por un mayor tiempo y trayectoria de los gases calientes; logrando distribuir mejor el calor.

Por un canal ingresa el calor generado por el quemador y por el otro salen los gases de combustión calentado el agua en todo su paso, el aprovechamiento del calor generado es muy alto por lo tanto el consumo.

1.4.1.4. Selección de la alternativa del recorrido u hogar de la llama.

Se elegirá la alternativa más adecuada de acuerdo a los parámetros antes señalados. Con una calificación en una escala de valoración del 1 al 10, siendo 1 lo óptimo y 10 lo ineficiente para el diseño del intercambiador de calor.

Por lo tanto según la Tabla 11, la alternativa para el intercambiador, es la de tiro invertido o de forma de serpentín; debido a que es la que mejor se adapta a los parámetros de diseño anteriormente indicados.

Tabla 11.- *Selección de la alternativa para el diseño del intercambiador de calor.*

| PARÁMETROS | ALTERNATIVAS | | |
|----------------|---------------|--------------|----------------|
| | TIRO SUPERIOR | TIRO CRUZADO | TIRO INVERTIDO |
| CONSUMO | 10 | 8 | 3 |
| EFICIENCIA | 10 | 7 | 2 |
| DISPERSIÓN DEL | 10 | 8 | 2 |
| TOTAL | 30 | 23 | 7 |

1.4.2. Fuentes de transferencia de calor

En la actualidad la industria nos ofrece una gran cantidad de fuentes generadoras de calor tales como:

- Niquelinas
- Biomasa
- Combustibles fósiles.
- GLP.

1.4.2.1. Niquelinas.

Las resistencias eléctricas o niquelinas convierten la energía eléctrica en calor. El mercado ofrece la fabricación de niquelinas de diferentes formas, potencias y tamaños de acuerdo a la necesidad de la industria su principal ventaja es la disponibilidad, además se las encuentra en una gran variedad de formas y potencias; su desventaja es el consumo eléctrico que es muy elevado.

1.4.2.2. Biomasa.

Es la materia orgánica desarrollada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, que se puede usar como fuente de energía; la biomasa de la madera, residuos agrícolas y estiércol continúan siendo una fuente principal de energía en los países poco industrializados, la ventaja es la disponibilidad, pero para su uso se debe acoplar varios elementos dependiendo del tipo de biocombustible para su funcionamiento.

1.4.2.3. *Combustibles fósiles.*

Son formados naturalmente a través de complejos procesos biogeoquímicos, desarrollados bajo condiciones especiales durante millones de años; la materia prima de donde se desarrollaron fue restos vegetales y antiguas comunidades plantónicas. También se los conoce como recursos no renovables.

- Carbón natural: su formación procede de la materia vegetal.
- Petróleo: formado del plancton, este se lo encuentra acompañado de gas natural.
- Diesel: un derivado del petróleo, es comúnmente usado en motores y calefacción; tiene un poder calorífico de 43,1 MJ/Kg.

1.4.2.4. *GLP.*

Es un derivado del petróleo, que se obtiene durante el proceso de refinación de la gasolina. El GLP en nuestro país para el uso industrial el costo es elevado, lo que nos conlleva a buscar otra manera de generar calor.

1.4.2.5. *Selección de la fuente de calor adecuada para el sistema.*

Se elegirá la alternativa más adecuada de acuerdo a los parámetros como costo de adquisición, consumo y contaminación. Con una calificación en una escala del 1 al 10; siendo 1 de bajo costo, consumo y contaminación y 10 lo contrario.

Tabla 12.- *Alternativas para la selección de la fuente de calor*

| PARÁMETROS | ALTERNATIVAS | | | |
|---------------|--------------|---------|------------------|-----|
| | NIQUELINAS | BIOMASA | FOSILES "DIESEL" | GLP |
| COSTO | 8 | 5 | 2 | 8 |
| CONSUMO | 10 | 9 | 2 | 6 |
| CONTAMINACIÓN | 1 | 8 | 7 | 3 |
| TOTAL | 19 | 22 | 11 | 17 |

Por lo tanto según la Tabla 12 la alternativa para la fuente de calor es la de combustible diesel, debido a que es la que mejor se adapta a los parámetros, seguimos con la búsqueda de un equipo que permita la quema del diesel que nos otorgue toda la seguridad necesaria para el acople a la máquina de escaldado.

1.5. Sistema de accionamiento.

Este sistema es el encargado de dar movimiento a la máquina con la ayuda de un motor, caja reductora de velocidad, poleas y banda.

1.5.1. El motor

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Se dispone un motor de un motor de 3 Hp para la transmisión de movimiento en la Tabla 13 se detallan las características del motor.

Tabla 13.- *Características del motor de 3 Hp de potencia.*

| Marca | WEG |
|---------------|-------|
| Rendimiento | 81.5% |
| Voltaje | 360 V |
| Velocidad rpm | 1410 |
| I nominal | 5 A |
| Potencia | 3 Hp |



Fuente: (Weg, 2010)

1.5.2. Caja reductora de velocidad

Elemento mecánico diseñado a base de engranes, mecanismos circulares y dentados con geometrías especiales de acuerdo a su tamaño y lugar de aplicación.

La función de un reductor de velocidad mecánico es disminuir la velocidad de salida del motor, a velocidades bajas permitiendo el eficiente funcionamiento de las máquinas, agregándole fuerza y potencia.

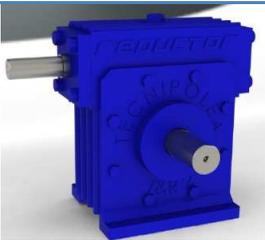
Ventajas de utilizar una caja reductora de velocidad.

- Mayor eficiencia en la transmisión de potencia.
- Seguridad en la transmisión.
- Reducción de los costos de mantenimiento

Se selecciona un reductor de velocidad tipo tornillo sin fin-engrane helicoidal debido a este se acopla a la máquina por su estructura y su tamaño reducido. Sus características se observa en la Tabla 14.

Tabla 14.- *Características del reductor de velocidad mecánico tornillo sin fin-engrane helicoidal.*

| Marca | ECU – RED |
|--------------------------------|------------------|
| Reductor | Corona - sin fin |
| Relación de transmisión | 40:1 |



Fuente:(Ecu-Red, 2015)

1.5.3. Transmisión de velocidad

Para la construcción de la transmisión de la máquina se analizará el uso de bandas, cadenas ó engranes.

1.5.3.1. *Evaluación para la selección del método de transmisión.*

Los posibles métodos de transmisión a usar se analizan bajo los siguientes parámetros, de los cuales se optará uno para el diseño:

- Costo

- Disponibilidad en el mercado
- Mantenimiento

Tabla 15.- *Parámetros para la selección del método de transmisión a usar.*

| | COSTO | DISPONIBILIDAD | MANTENIMIENTO |
|-------------------|----------------|----------------------------------|--|
| BANDAS | Económicas | Fácil de encontrar en el mercado | <ul style="list-style-type: none"> • No necesita lubricación • Mayor resistencia al polvo e impurezas. • Fácil alineación y limpieza de impurezas |
| ENGRANAJES | Costo elevado | Se deben mandar a fabricar | <ul style="list-style-type: none"> • Necesita lubricación • Baja resistencia al polvo e impurezas |
| CADENAS | Costo moderado | Fácil de encontrar en el mercado | <ul style="list-style-type: none"> • No necesita lubricación • Baja resistencia al polvo e impurezas |

En la Tabla 15 se muestra los parámetros para la selección del método adecuado para la transmisión del sistema, donde se analiza la disponibilidad de materiales en el mercado, de igual manera el costo de adquisición de los elementos de transmisión de movimiento y también su facilidad para dar un mantenimiento adecuado al sistema.

1.5.3.2. Selección del método adecuado de transmisión.

Analizando la matriz de decisión Tabla 16 se opta que la transmisión de la máquina se construirá con bandas y poleas, siendo este un método económico de fácil mantenimiento.

Tabla 16.- *Matriz de selección del método adecuado para la transmisión.*

| | CADENAS | ENGRANAJES | BANDAS |
|--------------------------------|---------|------------|--------|
| COSTO | 5 | 6 | 10 |
| DISPONIBILIDAD | 5 | 4 | 10 |
| MANTENIMIENTO | 6 | 1 | 10 |
| PÉRDIDAS DE TRANSMISIÓN | 10 | 9 | 8 |
| TOTAL | 26 | 20 | 38 |

1.6. Sistema eléctrico

Se detallan los elementos eléctricos a instalar en la máquina

1.6.1. Gabinete de control.

Se dimensiona el tamaño del gabinete de tal forma que acople todos los elementos necesarios para el funcionamiento de la máquina, por lo siguiente se decide usar el siguiente gabinete de medidas 40x40x20 cm, como se muestra en la Figura 35.



Figura 35.- Gabinete metálico 40x40x20

1.6.1.1. Elementos de para el control de la línea.

Los elementos para el control de la máquina son:

- Interruptor ON/OFF

- Botonera arranque y paro
- Potenciómetro
- Luces piloto
- Contactor
- Disyuntor

1.6.1.1.1. Interruptor ON/OFF.

El interruptor es el encargado de energizar y des energizar la máquina, se usa el selector de 2 posiciones de la marca Camsco, se muestra en la Figura 36.



Figura 36.- Selector de dos posiciones
Fuente:(Camsco, 2009)

1.6.1.1.2. Botonera de arranque y paro de emergencia.

La botonera será la encargada de dar las señales al PLC, para el arranque y paro de la máquina. Se usa las botoneras de la marca Camsco. Figura 37.



Figura 37.- Botonera paro/arranque
Fuente: (Camsco, 2009)

1.6.1.1.3. Luces piloto.

Para la máquina se usaran luces piloto de color rojo y verde, la luz verde indicara que el sistema esta encendido y los elementos están funcionando bien, mientras que la luz roja indicará una señal alerta que algún dispositivo o elemento dejo de funcionar. Figura 38.



Figura 38.- Luces piloto
Fuente: (Camsco, 2009)

1.6.1.1.4. Potenciómetro.

El potenciómetro Figura 39, será el encargado de regular la velocidad de avance del sistema de arrastre de la máquina, este estará conectado a la bornera del variador de frecuencia Sinamics G110.



Figura 39.- Potenciómetro de 4.7 K para variar la velocidad de arrastre
Fuente: (Camsco, 2009)

1.6.1.1.5. Contactor.

Componente electromagnético que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando. Figura 40.



Figura 40.- Contactor de 3 líneas con bobinas de 220V
Fuente: (Temarios, 2014)

1.6.1.1.6. Disyuntor.

El trabajo de un disyuntor eléctrico es cortar el circuito cuando la corriente salte por encima de los niveles de seguridad. Figura 41.



Figura 41.- Disyuntor dispositivo eléctrico de seguridad
Fuente: (Básica, 2014)

Capítulo II

2. Diseño de la línea de escaldado de pollos por inmersión

Según las ventajas detalladas en la Tabla 7 de la sección 1.2.4.4., se construirá una escaldadora de pollos de producción en línea por inmersión para la industria artesanal; en la Figura 42 se indica los sistemas y los elementos que conforman la línea de escaldado por inmersión. En la Figura 43 se indica un bosquejo de la máquina.

- Sistema de escaldado
- Sistema motriz y de transporte
- Sistema de control de temperatura
- Estructura de la máquina

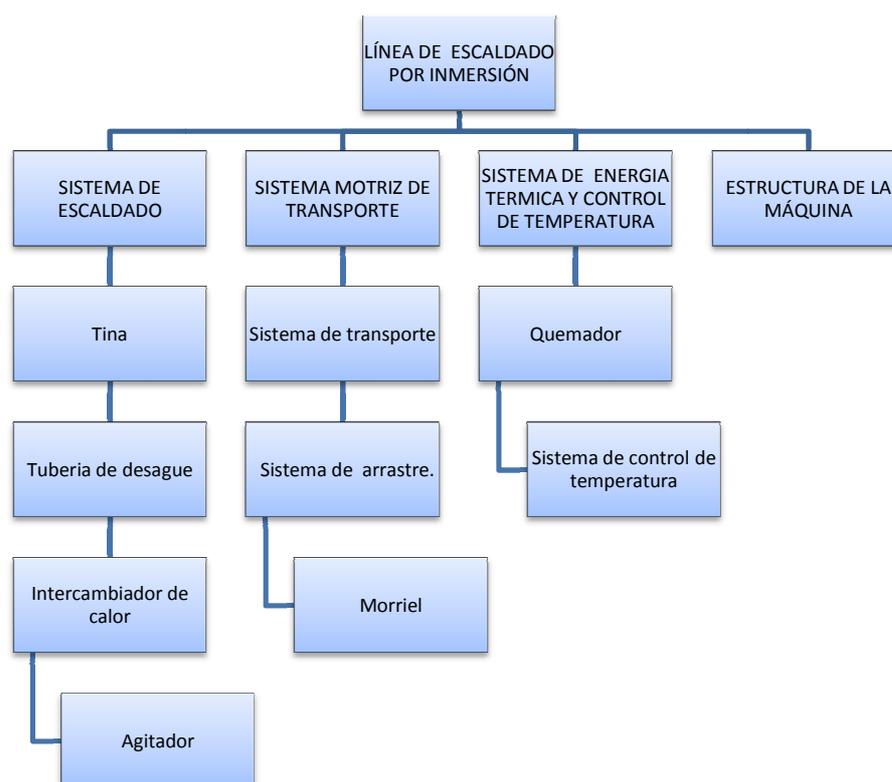


Figura 42.- Sistemas y elementos que conforman el sistema de escaldado por inmersión.

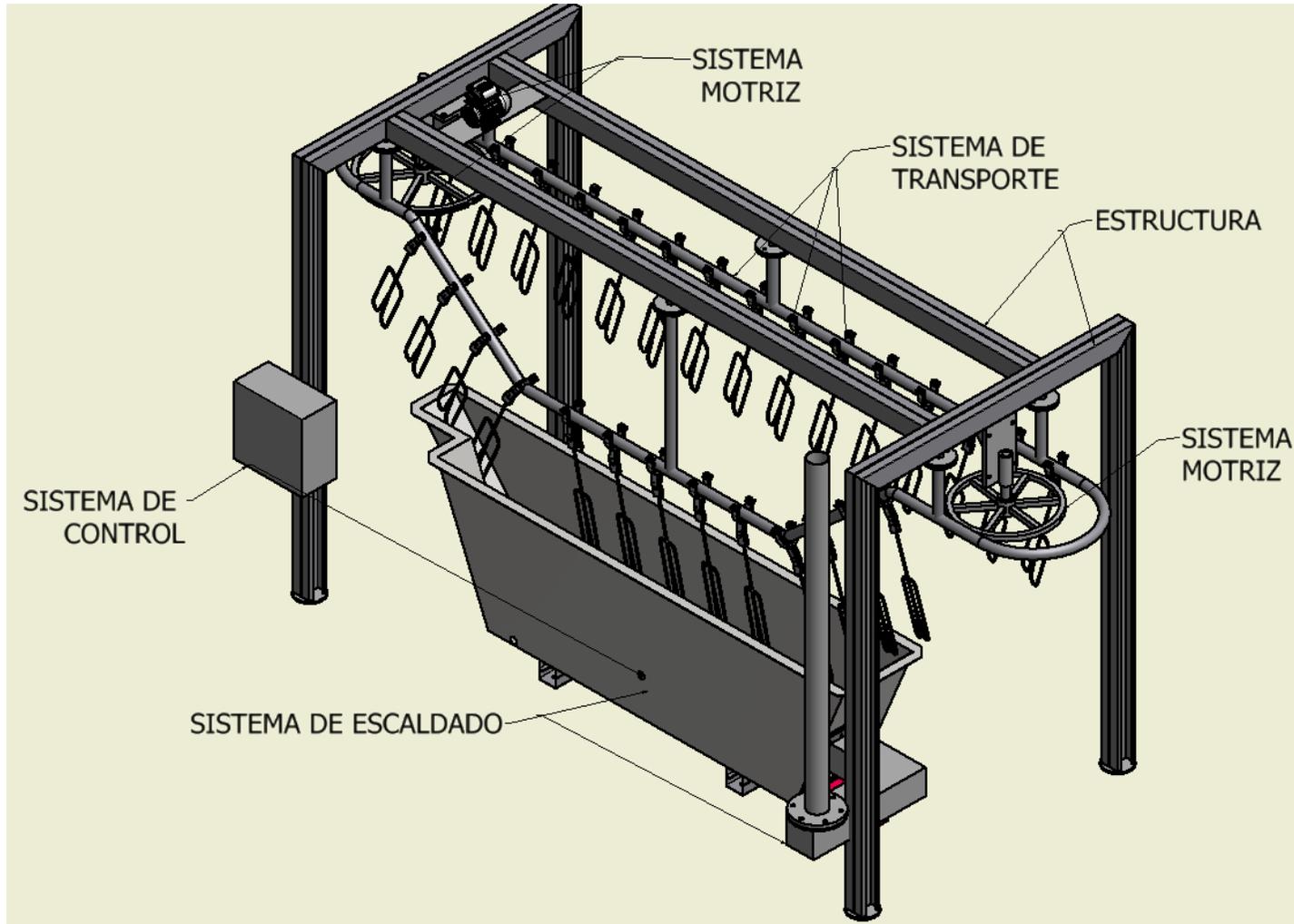


Figura 43.- Ubicación de los sistemas y elementos del sistema de escaldado por inmersión.

La máquina a diseñar y construir debe cumplir los parámetros para un óptimo escaldado establecido en la sección 1.2.4.3. Además:

- Tener un sistema On/Off de fácil uso para el operador.
- Tendrá la seguridad necesaria que prevendrán riesgos laborales como la adecuada señalética y un paro de emergencia.
- La producción estimada es de 80-100 pollos por hora.

2.1. Selección de los materiales que conformaran la máquina de escaldado

Los materiales que existen para la conformación de elementos o piezas mecánicas son, los polímeros, cerámicos y metales; de los cuales se realizará un análisis para determinar el material adecuado para la conformación de los elementos antes mencionados se tomará en cuentas las siguientes propiedades: resistencia al calor, conductividad térmica, resistencia mecánica, disponibilidad en el mercado y costo.

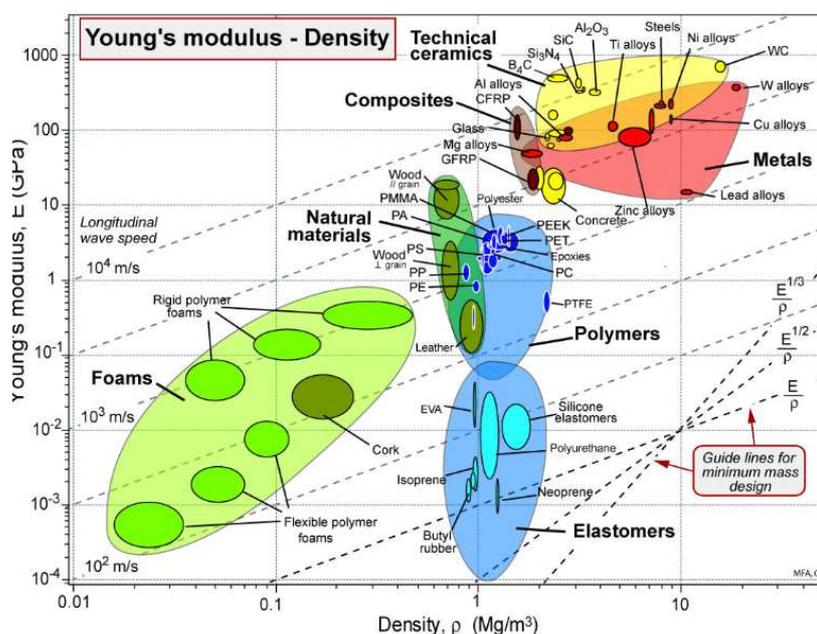


Figura 44.- Módulo de Young para la selección de materiales
Fuente: (EDUPACK, 2009, pág. 1)

De la Figura 44 se observa que los materiales con mayor módulo de Young son los materiales cerámicos y los metales cumpliendo uno de los requerimientos que es la resistencia mecánica.

En la Figura 45 se muestra los materiales con los metales y cerámicos con mayor coeficiente de conductividad térmica.

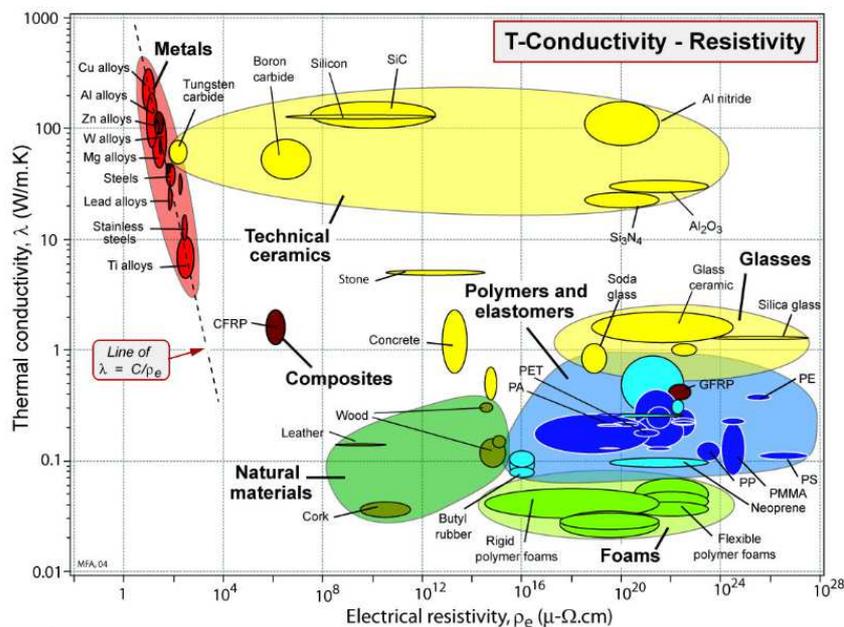


Figura 45.- Conductividad térmica de los materiales.
Fuente: (EDUPACK, 2009, pág. 14)

La Figura 46 indica el costo por unidad de volumen en función del módulo de Young, teniendo costos aproximados entre los metales y los cerámicos.

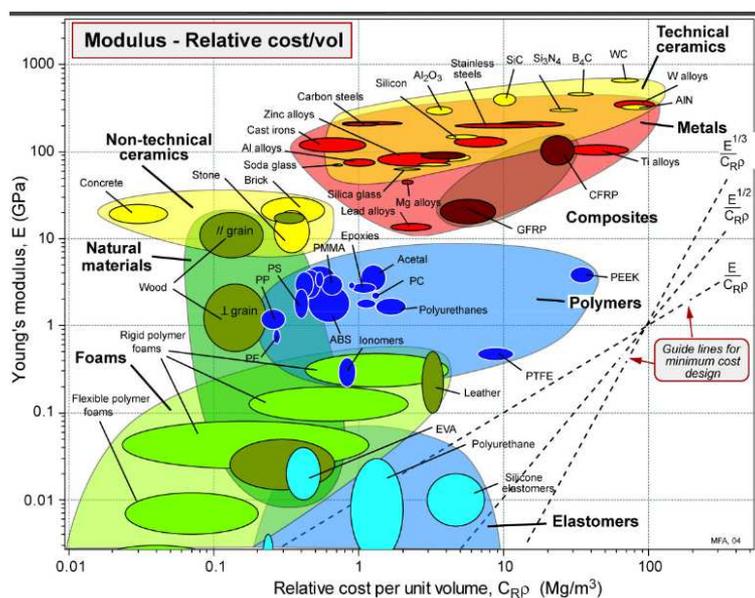


Figura 46.- Costo en función del módulo de Young de los materiales.
Fuente: (EDUPACK, 2009, pág. 22)

De acuerdo a las Figuras 44, 45 y 46, la selección del material esta entre el cerámico y los metales, para la selección de estos se toma en cuenta la propiedad de la fragilidad de esta forma descartando a los cerámicos así, el material principal para la conformación de los elementos será el metal, se sabe que es una máquina para el procesamiento de alimentos para el consumo humano, entonces hay piezas que estarán en contacto directo con los alimentos y otros no.

Las piezas que estarán en contacto directo serán: la tina de escaldado, el agitador, el intercambiador de calor, los dispositivos de sujeción.

Las piezas que no estarán en contacto directo son: la estructura de la máquina, el monorriel, las garruchas, volante de arrastre y volante guía.

2.1.1. Selección del material que estará en contacto directo con los pollos

Para la selección del material que estará en contacto directo con los alimentos se tomara el que cumpla con las siguientes condiciones:

- Norma ISO 22000, que garantiza la inocuidad en los alimentos
- Resistencia mecánica
- Dureza
- Resistencia a la corrosión
- Conductividad térmica.

Tabla 17.- Selección del material para la conformación de los elementos de la máquina.

| CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS DEL METAL | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|---------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| METAL | NORMA ISO | DUREZA (BIRNELL-HB) | RESISTENCIA MECÁNICA | RESISTENCIA A LA CORROSIÓN | CONDUCTIVIDAD TÉRMICA |
| FERROSOS | SI | 120-500 | ALTA | SI | SI |
| NO FERROSOS | SI | 20-35 | BAJA | SI | SI |

Para lo cual tenemos materiales ferrosos y no ferrosos, en la Tabla 17 se realiza un análisis para la selección del tipo de metal. Con los datos de la Tabla se tiene que los metales ferrosos cumplen con todos los requerimientos, se continúa con la selección del tipo de metal ferroso, en la Figura 47 se muestra la clasificación de los metales, de donde se determinará un metal a usar.

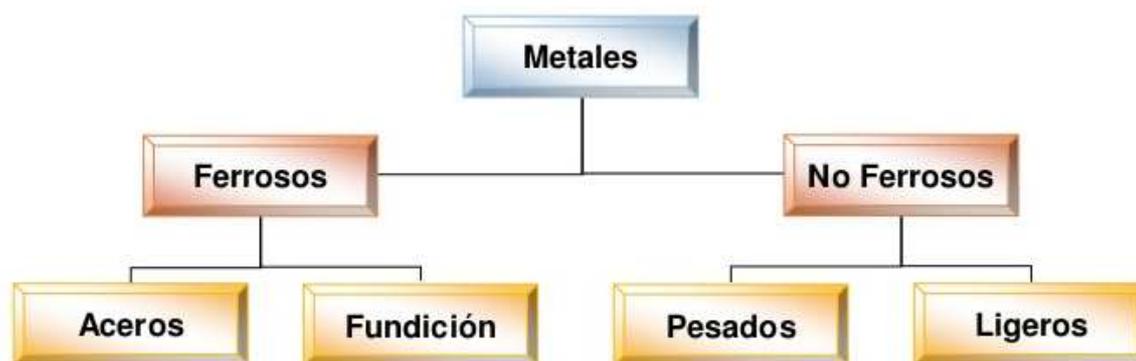


Figura 47.- Clasificación de los metales.
Fuente: (Guliáev, 2015)

Los metales ferrosos: La gran ventaja de este material es su precio relativamente bajo y la capacidad de unirse con otros elementos para mejorar sustancialmente sus propiedades. En estos se tiene los Aceros y las Fundiciones.

Los aceros con contenidos de carbono son usados para la construcción civil, y piezas mecánicas pero aún tienen la facilidad de corrosión por lo que quedan descartados, se analizará los aceros con aleaciones, especialmente los aceros inoxidable para la construcción de los elementos antes mencionados.

Las fundiciones son una familia de aleaciones férreas con una gran variedad de propiedades como una elevada colabilidad, tanto por su fluidez en estado líquido como por baja absorción de gases en estado líquido. Durante la solidificación no tienen una excesiva contracción y se consigue una resistencia bastante elevada aunque por otra parte son bastante frágiles, con bajas resistencias al impacto. Sin embargo, presentan una fácil maquinabilidad, elevada absorción de vibraciones y bajos coeficientes de rozamiento, lo que las hace aplicables, junto a su bajo costo y facilidad de conformación, ampliamente en usos industriales.

En la Tabla 18 se indica las propiedades de los aceros y las fundiciones.

Tabla 18.- Selección entre el acero y las fundiciones para la conformación de los elementos de la máquina.

| CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL ACERO Y LAS FUNDICIONES | | | |
|---|----------------------|------------|----------------|
| | Resistencia mecánica | Fragilidad | Disponibilidad |
| Acero | Alta | No | Si |
| Fundición | Alta | Si | Si |

Con la Tabla 18 se opta por el acero debido a que este material no es tan frágil como las fundiciones.

Los aceros se clasifican de acuerdo a su composición Figura 48, para la conformación de los elementos de máquina que están en contacto directo tiene que cumplir con la Norma ISO 22000, el material que cumple esta condición son los aceros inoxidable.

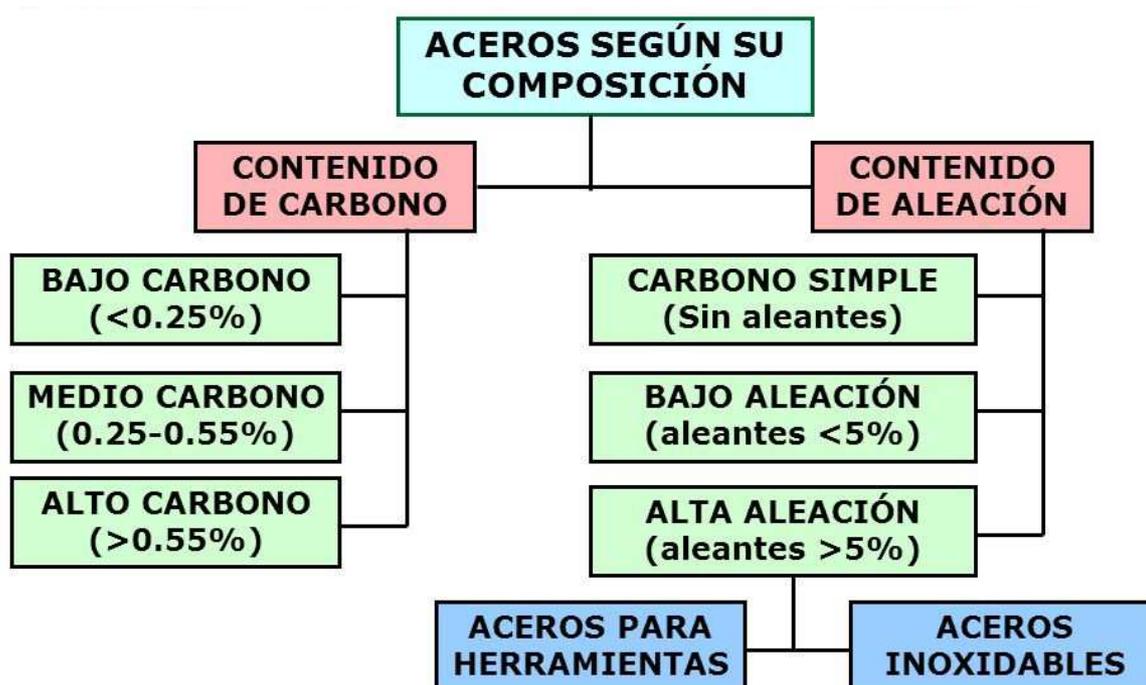


Figura 48.- Clasificación de los aceros según su composición.

Fuente: (Altamar, 2015 a)

En la Figura 49 se indica la clasificación de los aceros inoxidable con sus respectivas características y aplicaciones.



Figura 49.- Clasificación de los aceros inoxidables.

Fuente: (Altamar, 2015 b)

En la Figura 50 se analizan propiedades adicionales como la soldabilidad, magnetismo y dilatación térmica para la conformación de los elementos de la máquina, entre los aceros inoxidables de las series 300 y 400.

Magnetismo: para que no exista interferencia con las señales eléctricas al momento de realizar la automatización de la máquina.

Resistencia a la oxidación: para dar cumplimiento a la Norma ISO 22000 y garantizar la inocuidad en los alimentos.

Dilatación térmica: capacidad de resistir altas temperaturas, para evitar deformaciones.

Conductividad térmica: capacidad para transmitir el calor especialmente para la fabricación del intercambiador de calor.

Soldabilidad: propiedad necesaria para la fácil soldadura de los elementos.

| TIPO DE ACERO | AISI 420 | AISI 430 | AISI 304 |
|----------------------------|---|---|-----------------------------------|
| PROPIEDADES | 13 % CROMO | 18 % CROMO | 18 % CROMO 8 % NIQUEL |
| MAGNETISMO | SI | SI | NO |
| RESISTENCIA A LA OXIDACIÓN | A VECES PRODUCE MOHO EN CONTACTO CON LA ATMOSFERA | NO HAY RIESGO EN INTERIOR PERO PRESENTA PROBLEMAS EN EXTERIOR | EXCELENTE |
| DILATACIÓN TÉRMICA | CASI IGUAL AL ACERO SUAVE | CASI IGUAL AL ACERO SUAVE | 1.5 VECES SUPERIOR AL ACERO SUAVE |
| CONDUCTIVIDAD TÉRMICA | MITAD QUE LA DEL ACERO SUAVE | MITAD QUE LA DEL ACERO SUAVE | TRIPLE QUE LA DEL ACERO SUAVE |
| SOLDABILIDAD | BAJA | MEDIA | EXCELENTE |

Figura 50.- Propiedades de los aceros de la series 400 y 300.

Fuente:(ACEROS, 2016)

De todas las propiedades anteriormente mencionadas el acero AISI 304 es el que cumple con las condiciones. En el Anexo 2 indica los aceros inoxidables austeníticos y sus aplicaciones, las propiedades mecánicas se especifican en el Anexo 3.

2.1.2. Selección del material de los elementos que no están en contacto directo con los pollos, monorriel y la cadena de arrastre.

Los elementos que no estarán en contacto directo con los pollos, pero aún deben tener un grado de resistencia a la corrosión son: la cadena de arrastre y el monorriel; en la sección 2.1 se determina usar los aceros para la fabricación de los elementos de la máquina con esto se analizará los aceros recubiertos con otros metales, para reducir el costo de fabricación.

Para esto tenemos los aceros recubiertos por cobre, zinc, titanio y aluminio en la Tabla 19 se indica las propiedades de estos materiales.

De acuerdo con la Tabla 19 los materiales que ofrecen un grado de resistencia a la corrosión son todos los materiales pero los de bajo costo con los recubiertos por cobre y zinc, pero los recubiertos por cobre comúnmente se los encuentra solo cables, entonces los materiales recubiertos por zinc son la mejor opción, debido a que se los encuentra en piezas mecánicas como cadenas, tuberías además de ser de bajo costo y de alta disponibilidad en el mercado.

Tabla 19.- *Propiedades de los metales especiales.*

| MATERIAL | PROPIEDADES DE LAS MATERIALES | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------|--|----------|
| | RESISTENCIA A LA CORROSIÓN | RESISTENCIA MECÁNICA | APLICACIÓN | COSTO |
| ACERO RECUBIERTO DE COBRE | MEDIA | ALTA | ABUNDANTE EN CABLES DE TELEFONÍA Y TV | BAJO |
| ACERO RECUBIERTO DE ZINC | ALTA | ALTA | TUBERÍAS Y CADENAS | BAJO |
| ACERO RECUBIERTO DE TITANIO | ALTA | ALTA | BROCAS Y FRESAS, HERRAMIENTAS | ALTO |
| ACERO RECUBIERTO DE ALUMINIO | ALTA | ALTA | ABUNDANTE EN CABLES PARA TENDIDO ELÉCTRICO | MODERADO |

Con esto se determina el material acero revestido con zinc conocido como acero galvanizado el material para la cadena de arrastre y el monorriel.

2.1.3. Selección del material para el volante de arrastre.

El volante de arrastre es un elemento mecánico que esta fuera del área del contacto con los alimentos entonces se buscara un material de bajo costo para la conformación de esta pieza. Este será el encargado de transmitir el movimiento hacia la cadena.

Las normas aprobadas por la ASTM para placas y perfiles laminados en caliente son A36, A529, A572, A242, A588, A709, A514, A852, A913 y A992; en la Tabla 20 indica las propiedades y sus aplicaciones.

Tabla 20.- *Propiedad del acero y sus aplicaciones.*

| PROPIEDADES DE LOS ACEROS | | | | |
|----------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|--------------|
| ACERO | APLICACIONES | RESISTENCIA M. MPa | DISPONIBILIDAD | COSTO |
| A36 | ARMADURAS, CONTRAVIENTOS CUBIERTAS | 250 | ABUNDANTE | BAJO |
| A529 | ARMADURAS, CONTRAVIENTOS LATERALES | 289 | ABUNDANTE | MODERADO |
| A572 | COLUMNAS DE PERFILES, VIGAS PRINCIPALES | 450 | ABUNDANTE | MODERADO |
| A992 | VIGAS, COLUMNAS | 345 | ABUNDANTE | MODERADO |

Con el análisis de la Tabla 20 se concluye que para la conformación del volante de arrastre se usará el acero A36, debido a su bajo costo y el valor de su resistencia mecánica es moderado.

2.1.4. Selección del material para el volante de guía.

El volante guía tendrá la función de guiar y templar la cadena para la correcta transmisión de movimiento del volante de arrastre, al igual es un elemento que esta fuera del contacto de los alimentos, además se busca alivianar peso a la estructura por lo que se necesita de un material de baja densidad.

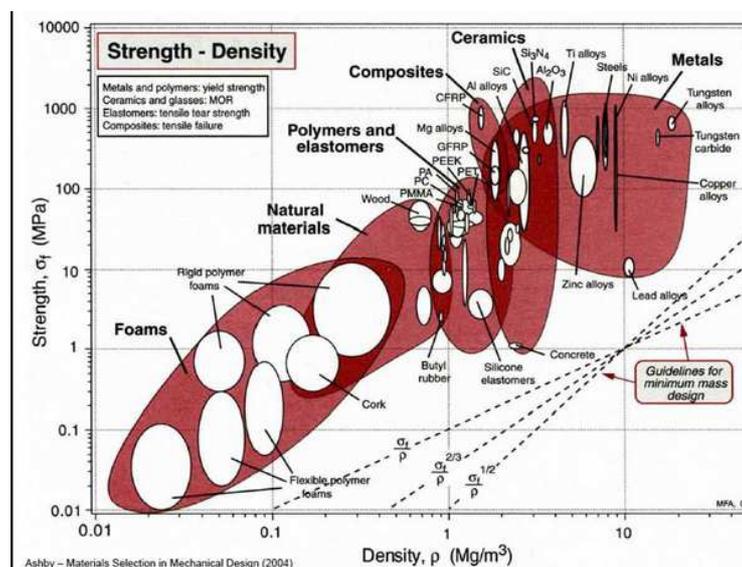


Figura 51.- Selección del material en función de la densidad y la fuerza.
Fuente: (EDUPACK, 2009, pág. 5)

De acuerdo con Figura 51 los materiales de menor densidad son las espumas, para el volante se necesita un material que resista una mayor fuerza de aplicación como los metales, cerámicos o algún otro material compuesto. El cerámico queda descartado debido a que presenta un alto grado de fragilidad.

Tabla 21.- Selección del material para la conformación del volante guía

PROPIEDADES DE LOS METALES

| MATERIALES | DENSIDAD $\frac{Kg}{m^3}$ | RESIST. A LA CORROSIÓN | RESIST. MECÁNICA MPa | DISPON. |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------|
| ALEACIONES DE ZINC | 7200 | SI | 140 | SI |
| ALUMINIO | 2700 | SI | 230-570 | SI |
| ALEACIONES DE MAGNESIO | 1738 | SI | 185-232 | SI |

El material para la conformación del volante guía estará entre los aceros, aleaciones de zinc, aluminio, aleaciones de magnesio.

Con la Tabla 21 y las propiedades descritas se concluye que para la fabricación del volante guía se usara el aluminio, además de ser un material con alto grado de resistencia a la corrosión tiene alta resistencia mecánica.

2.1.5. Selección del material para la estructura de la máquina

Para la conformación de la estructura de la máquina se tiene varios tipos de perfiles como se muestra en la Figura 52.

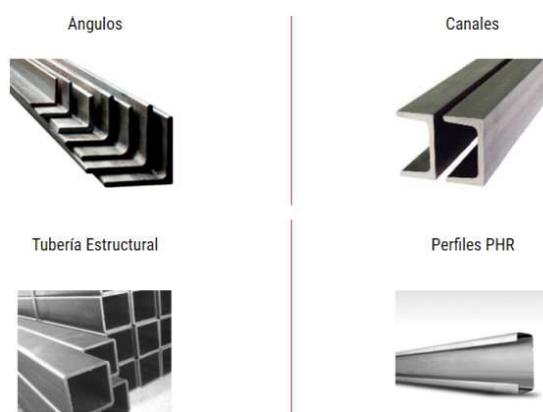


Figura 52.- Tipos de perfiles.
Fuente: (vigas, 2014)

Los ángulos.- es un perfil de forma que la sección es un ángulo recto. Se utiliza mucho en la construcción de estructuras metálicas, en la parte de cubiertas.

Canales.- Se denomina así porque adopta la forma de una C mayúscula. Es una sección que tiene un solo eje de simetría (eje horizontal X-X). La pendiente de las caras interiores de los patines

Tubos.- Los tubos son de sección circular, cuadrada o rectangular con dos ejes de simetría. Son muy eficientes y efectivos como elementos estructurales para soportar cualquier tipo de sollicitación debido a que el material está distribuido uniformemente en la sección Las secciones tubulares tienen el inconveniente de que las conexiones estructurales, soldadas o atornilladas, son difíciles de realizar, por lo que su uso no era frecuente.

Perfiles PHR.-Los perfiles de acero formados en frío pueden ser empleados: como correas, viguetas en tableros de pisos y muros de contención, en estructuras para cubiertas, cerchas, pórticos, carrocerías, estanterías, silos, torres industriales, paneles divisorios, escaleras, etc.

| Según su geometría | |
|---|------------------------|
| Perfiles C Perfiles Z | |
| Según el acabado | |
| Perfil negro o pintado (PHR) Perfil galvanizado (PAG) | |
| Según sus dimensiones, A x B x C (mm) | |
| 100 x 50 x 15 | |
| 120 x 60 x 15 | |
| 150 x 50 x 17 | |
| 160 x 60 x 20 | |
| 203 x 67 x 19 | |
| 220 x 80 x 20 | |
| 254 x 67 x 18 | |
| 305 x 80 x 25 | |
| 355 x 110 x 25 | |
| Según su espesor "t" en milímetros o calibre de fabricación | |
| 1.2 mm: | Calibre 18 (PHR o PAG) |
| 1.5 mm: | Calibre 16 (PHR o PAG) |
| 2.0 mm: | Calibre 14 (PHR o PAG) |
| 2.5 mm: | Calibre 12 (PHR) |
| 3.0 mm: | Calibre 11 (PHR) |

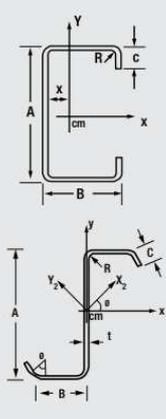


Figura 53.- Perfiles PHR, laminados en frío.
Fuente: (ACESCO, 2012)

De acuerdo a los diferentes tipos de perfiles que ofrece el mercado se optará por tomar el perfil PHR para la conformación de la estructura, en la Figura 48 se detalla las dimensiones del perfil que más adelante de acuerdo a las cargas se optará por una.

2.2. Diseño y dimensionamiento mecánico del sistema de escaldado

En la Figura 54 se aprecia los elementos que conforma el sistema de escaldado:

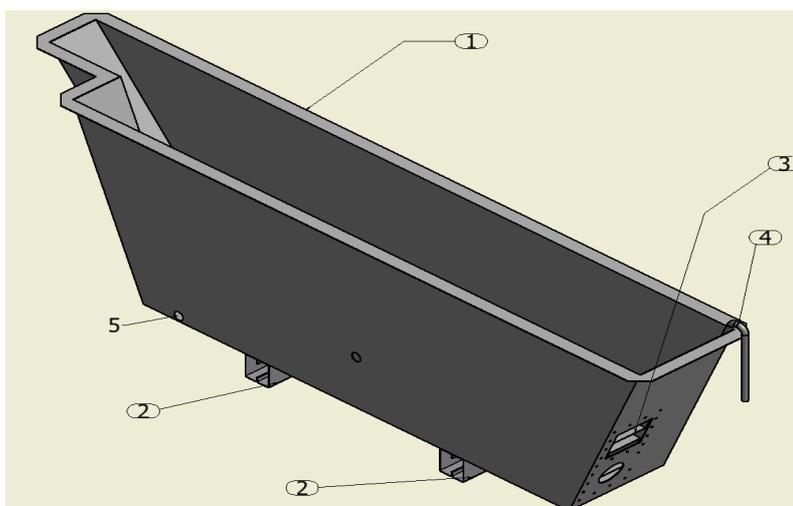


Figura 54.- Elementos de la tina de escaldado

1. Tina de escaldado.
2. Bases de la tina
3. Intercambiador de calor.
4. Agitador.
5. Orificio para el desagüe.

2.2.1. Dimensionamiento de la tina de escaldado

Para el dimensionamiento de la tina se tiene la siguiente nomenclatura Figura 55:

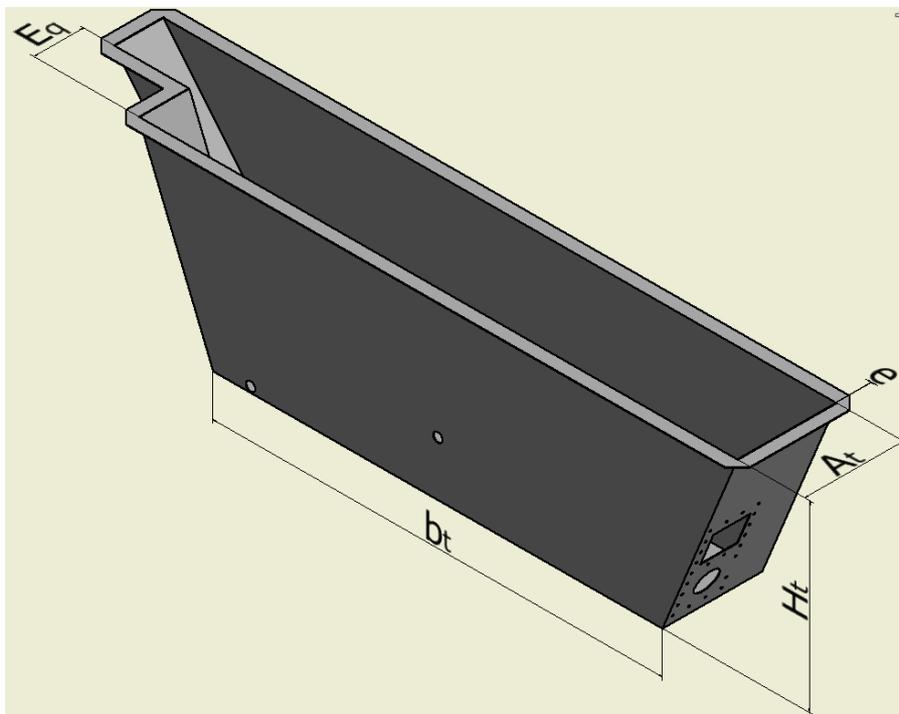


Figura 55.- Nomenclatura para el diseño de la tina

b_t : base de la tina.

A_t : ancho de la tina.

H_t : Altura de la tina.

e : espesor del material de fabricación.

E_q : espacio para el alojamiento del intercambiador de calor.

1.1.1.1. Dimensionamiento de la altura y ancho de la tina.

Mediante la medición de varios pollos de diferentes tamaños se pudo obtener la Tabla 22 donde muestra varios tamaños. De esta se tomarán los máximos valores para garantizar que la altura y el ancho de la tina sean los adecuados y que los pollos se mantengan totalmente sumergidos en el agua para su proceso.

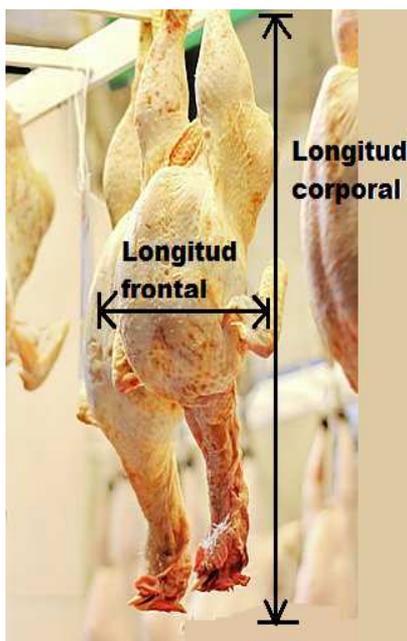


Figura 56.- Designación de las longitudes del pollo.

Se toma los valores máximos de la Tabla 22 y además se agrega un espacio como tolerancia de $E_q = 0,14$ m, más para el alojamiento del intercambiador de calor, de igual manera en la altura de la tina se agrega $0,12$ m para garantizar que los pollos se sumergen en su totalidad para su proceso de escaldado.

Entonces:

$$A_t = \text{longitud frontal} + E_q$$

$$A_t = 0,4 \text{ m.}$$

$$H_t = \text{longitud corporal} + 0,12 \text{ m.}$$

$$H_t = 0,74 \text{ m.}$$

Tabla 22.- *Tamaño de los pollos para determinar el ancho y alto de la tina de escaldado*

| Muestra | Longitud corporal del pollo | Longitud frontal del pollo |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 | 58 | 19 |
| 2 | 57 | 17 |
| 3 | 55 | 15 |
| 4 | 53 | 17 |
| 5 | 56 | 17 |
| 6 | 61 | 15 |
| 7 | 53 | 18 |
| 8 | 58 | 16 |
| 9 | 54 | 19 |
| 10 | 58 | 24 |
| 11 | 58 | 14 |
| 12 | 60 | 22 |
| 13 | 52 | 20 |
| 14 | 61 | 26 |
| 15 | 55 | 18 |
| 16 | 62 | 23 |
| 17 | 58 | 25 |
| 18 | 57 | 22 |
| 19 | 60 | 17 |
| 20 | 57 | 19 |
| VALORES MÁXIMOS | 62 | 26 |

1.1.1.2. Dimensionamiento del largo de la tina.

Para determinar el largo de la base de la tina de la tina se necesita del valor de la velocidad y tiempo de escaldado tratada en la sección 1.2.4.3; donde:

V: velocidad de escaldado.

b_t : base de la tina.

t: tiempo de escaldado.

$$V = \frac{b_t}{t}$$

$$b_t = 0,02 \frac{m}{s} * 90 s$$

$$b_t = 1,8 m$$

Se establece que la tina de escaldado tendrá una longitud de 1,8 m

1.1.1.3. Dimensionamiento del espesor de la tina.

En la Figura 57 se indica la nomenclatura a usar para el determinar el espesor de la tina de escaldado, donde:

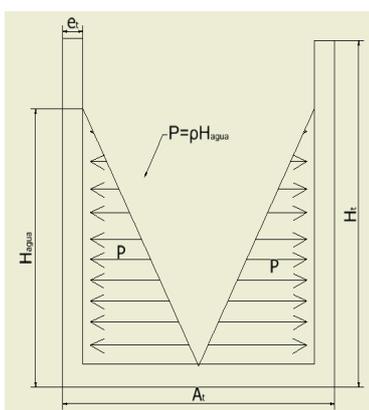


Figura 57.-Nomenclatura para el diseño del espesor del material de la tina de escaldado.

e_t =espesor de la tina de escaldado.

P = presión hidrostática ejercida por el agua.

H_{agua} = altura del nivel del agua.

Para esto se determina la fuerza que ejerce el agua sobre la tina de escaldado.

Para el cálculo del Volumen del agua de la tina se toma en cuenta, que la tina no se llenará hasta el límite para evitar derrame del agua, además este alojará al intercambiador de calor y los pollos que estén el proceso dentro de la tina. En la Figura 58 muestra el detalle para el cálculo del volumen de agua.

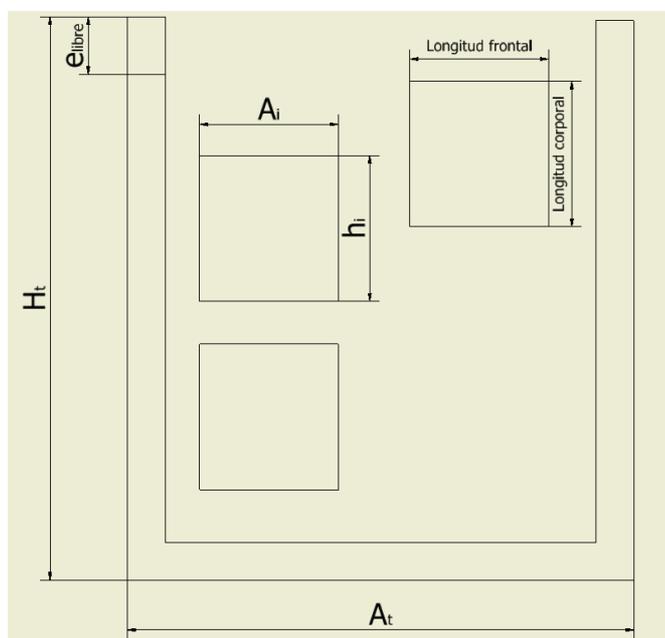


Figura 58.- Dimensionamiento para determinar el volumen del agua de la tina.

Donde:

e_{libre} : espacio libre para evitar el derrame del agua. [0,1 m].

A_i = Ancho de la cámara del intercambiador de calor. [0,14 m]. Sección 2.1.3.

h_i = Altura de la cámara del intercambiador de calor. [0,15 m].

Longitud frontal del pollo = [0,26 m]. Sección 2.1.1.1.

Longitud corporal del pollo = [0,48 m], descontado las dimensiones de la longitud de las patas y la cabeza.

Para el cálculo del volumen del pollo se toma una media de [0,10 m], del espesor del pollo.

$$V_{tina} = V_{total} - V_{e libre} - V_{intercambiador} - V_{pollos en proceso}$$

$$V_{total} = A_t * H_t * b_t$$

$$V_{total} = 0,40 \text{ m} * 0,74 \text{ m} * 1,8 \text{ m}$$

$$V_{total} = 0,5328 \text{ m}^3$$

$$V_{e libre} = e_{libre} * A_t * b_t$$

$$V_{e libre} = 0,1 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 1,8 \text{ m}$$

$$V_{e libre} = 0,072 \text{ m}^3$$

$$V_{intercambiador} = A_t * h_i * L_i$$

Como son dos cámaras:

$$V_{intercambiador} = 2 * (0,14 \text{ m} * 0,15 \text{ m} * 1,80 \text{ m})$$

$$V_{intercambiador} = 0,0378 \text{ m}^3$$

$V_{pollos en proceso} = longitud\ frontal * longitud\ corporal * espesor\ del\ pollo$.

Estarán siete pollos en proceso entonces:

$$V_{pollos en proceso} = 7 * (0,26 \text{ m} * 0,48 \text{ m} * 0,1 \text{ m})$$

$$V_{pollos en proceso} = 0,0874 \text{ m}^3$$

$$V_{tina} = 0,2978 \text{ m}^3$$

Entonces determinamos la fuerza que ejerce el volumen de agua en la pared.

$$F_{agua} = \rho * V_{tina}$$

$$F_{agua} = 10.000 \frac{N}{m^3} * 0,2978 m^3$$

$$F_{agua} = 2.978 N$$

Con esto tenemos el diagrama de cuerpo libre de la Figura 59.

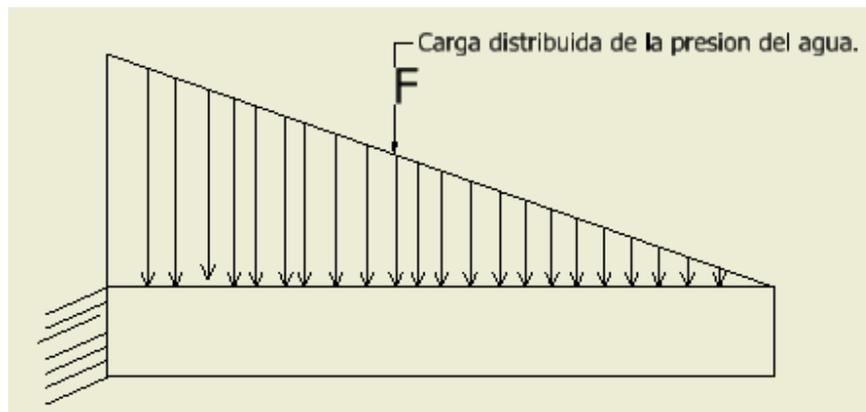


Figura 59.- Carga distribuida sobre la pared de latina de escalado.

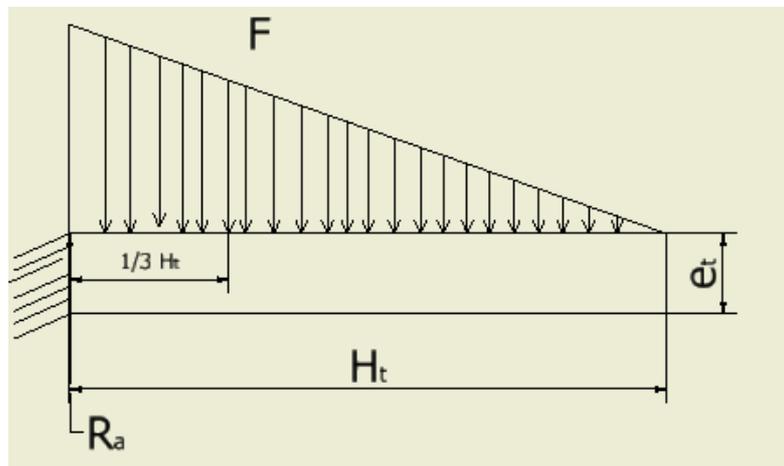


Figura 60.- Determinación de la reacción y la fuerza aplicada.

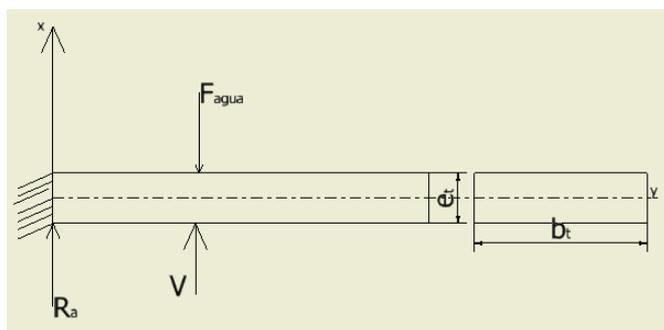


Figura 61.- Diagrama de cuerpo libre con la fuerza cortante V.

Se determina la reacción R_a .

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_a = -F_{agua}$$

La carga puntual ejercida del agua se encuentra a $\frac{1}{3}H_t$, entonces la fuerza es:

$$F_{agua} = \frac{1}{3} * \left(\frac{H_t * F}{2} \right)$$

$$F_{agua} = \frac{1}{3} * \left(\frac{0,74 * 2.978 \text{ N}}{2} \right)$$

$$F_{agua} = 367,2866 \text{ N}$$

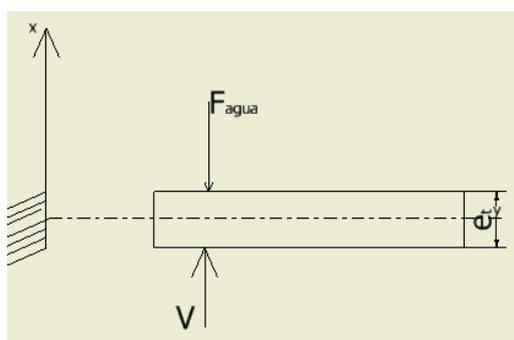


Figura 62.- Diagrama de cuerpo libre para determinar la fuerza cortante.

En la Figura 62 se muestra el diagrama de cuerpo libre para determinar la fuerza cortante

$$V - F_{agua} = 0$$

$$V = F_{agua}$$

Para determinar el espesor de la tina, está la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{V * M_e}{I * e_t}$$

Donde:

τ = Esfuerzo cortante máximo.

V= fuerza cortante

M_e = Momento con respecto a la línea neutra.

$A_{F\ agua}$ = Área donde aplica la fuerza del agua.

I= inercia.

$$M_e = A_{F\ agua} * \bar{y}$$

$$M_e = \left(\frac{e_t}{2} * b_t * \bar{y}\right)$$

$$M_e = \left(\frac{e_t}{2} * 1,80 \text{ m} * \frac{e_t}{4}\right)$$

$$M_e = 0,225 \text{ m} * e_t^2$$

$$I = \frac{1}{12} * (b_t * e_t^3)$$

$$I = \frac{1}{12} * (1,80 \text{ m} * e_t^3)$$

$$I = 0,15 \text{ m} * e_t^3$$

Reemplazando en la ecuación del esfuerzo cortante se tiene:

$$\tau = \frac{367,2866 \text{ N} * 0,225 \text{ m} * e_t^2}{0,15 \text{ m} * e_t^3 * e_t}$$

$$\tau = \frac{550,93 \text{ N}}{e_t^2}$$

Donde se sabe que el $\tau = \frac{S_{y,acero 304}}{FS}$

Para este diseño se da un FS de 3 y el valor de $S_{y,acero 304} = 600 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$\frac{S_{y,acero 304}}{FS} = \frac{550,93 \text{ N}}{e_t^2}$$

$$e_t = \sqrt{\frac{550,93 \text{ N} * FS}{S_{y,acero 304}}}$$

$$e_t = 1,66 \text{ mm}$$

El espesor de la tina de escaldado será de 2 mm, debido a que este se encuentra disponible en el mercado

2.2.2. Dimensionamiento el orificio de desagüe de la tina

La tina debe poseer un orificio para la descarga de agua después de cada jornada de trabajo su ubicación será al fondo de la tina como se indica en la Figura 63 para esto se utiliza la ecuación de Torricelli.

$$V_{s\text{ agua}} = \sqrt{2 * g * H_t}$$

Donde:

$V_{s\text{ agua}}$ = Velocidad de salida del agua.

g = gravedad $9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

$H_t =$ altura de la tina 0,74 m.

$$V_{s\text{ agua}} = 3,81 \frac{m}{s}.$$

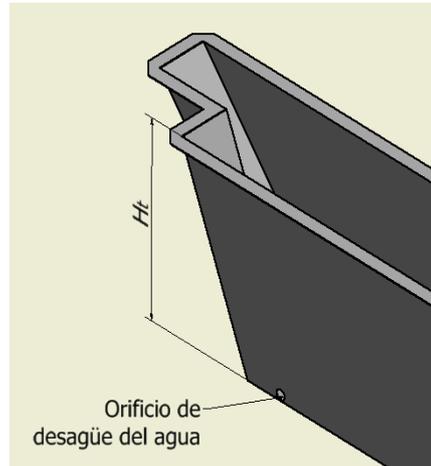


Figura 63.-Orificio de desagüe para la descarga del agua.

Para encontrar el diámetro adecuado de la tubería de desagüe relacionamos la velocidad con las ecuaciones de caudal y tiempo de vaciado; este tiempo se estima de 100 s.

$$Q = \frac{V_{tina}}{t_{des}}$$

$$Q = V_{s\text{ agua}} * A_{tubo}$$

$$A_{tubo} = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$\frac{V_{tina}}{t_{des}} = V_{s\text{ agua}} * \frac{\pi * d^2}{4}$$

Dónde:

Q: caudal

A_{tubo} : área del tubo de descarga o desagüe.

d: diámetro del tubo de desagüe.

t_{des} : tiempo de desagüe 100 s.

V_{tina} = volumen de agua de la tina de escaldado. Sección 2.1.1.3.

$$d = \sqrt{\frac{4 * V_{tina}}{\pi * t_{des} * V_{s\ agua}}}$$

$$d = 0,032 \text{ m}$$

El diámetro es de 0,032 m, de acuerdo a la Figura 64 se escogerá un tubo de 38,1 mm.



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

| Diámetro Nominal NPS | | Diámetro Exterior Real | | Espesor de Pared | | Identificación | | Peso del Tubo | | ASTM A53 PRESION DE PRUEBA | | | |
|----------------------|----------------|------------------------|------|------------------|------------------|----------------|----------|---------------|-------|----------------------------|--------|---------|--------|
| Pulgadas in. | Milímetros mm. | (in.) | mm. | Pulgadas (in.) | Milímetros (mm.) | Weight Class | Schedule | lb/pie | kg/m | Grado A | | Grado B | |
| | | | | | | | | | | psi | Kg/cm2 | psi | Kg/cm2 |
| 1/2 | 15 | 0.840 | 21.3 | 0.109 | 2.77 | STD | 40 | 0.85 | 1.27 | 700 | 49 | 700 | 49 |
| | | | | 0.147 | 3.73 | XS | 80 | 1.09 | 1.62 | 850 | 60 | 850 | 60 |
| 3/4 | 20 | 1.050 | 26.7 | 0.113 | 2.87 | STD | 40 | 1.13 | 1.69 | 700 | 49 | 700 | 49 |
| | | | | 0.154 | 3.91 | XS | 80 | 1.47 | 2.20 | 850 | 60 | 850 | 60 |
| 1 | 25 | 1.315 | 33.4 | 0.133 | 3.38 | STD | 40 | 1.68 | 2.50 | 700 | 49 | 700 | 49 |
| | | | | 0.179 | 4.55 | XS | 80 | 2.17 | 3.24 | 850 | 60 | 850 | 60 |
| 1-1/4 | 32 | 1.660 | 42.2 | 0.140 | 3.56 | STD | 40 | 2.27 | 3.39 | 1200 | 84 | 1300 | 91 |
| | | | | 0.191 | 4.85 | XS | 80 | 3.00 | 4.47 | 1800 | 127 | 1900 | 134 |
| 1-1/2 | 40 | 1.900 | 48.3 | 0.145 | 3.68 | STD | 40 | 2.72 | 4.05 | 1200 | 84 | 1300 | 91 |
| | | | | 0.200 | 5.08 | XS | 80 | 3.63 | 5.41 | 1800 | 127 | 1900 | 134 |
| 2 | 50 | 2.375 | 60.3 | 0.154 | 3.91 | STD | 40 | 3.65 | 5.44 | 2300 | 162 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.218 | 5.54 | XS | 80 | 5.02 | 7.48 | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| 2-1/2 | 65 | 2.875 | 73 | 0.203 | 5.16 | STD | 40 | 5.79 | 8.63 | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.276 | 7.01 | XS | 80 | 7.66 | 11.41 | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.375 | 9.52 | - | 160 | | | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.552 | 14.02 | XXS | - | | | 2500 | 176 | 2500 | 176 |

Figura 64.- Diámetros de las tuberías de acero.

Fuente:(Vemacero, 2014)

2.2.3. Dimensionamiento del intercambiador de calor

Su diseño se acopla a la geometría de la tina, además de tomar la forma que está en el apartado 1.5.1.4.

Debido a que la este elemento se encuentra sumergido en la tina por lo tanto se encuentra sometido a la misma presión hidrostática, entonces este elemento será fabricado del mismo material y espesor de la tina. Figura 65.

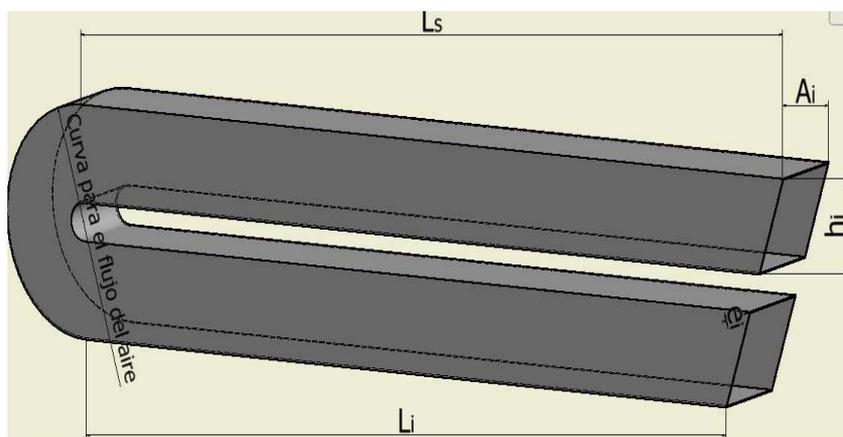


Figura 65.-Nomenclatura para el diseño del intercambiador de calor

L_i = Longitud inferior del intercambiador de calor.

L_s = Longitud superior del intercambiador de calor.

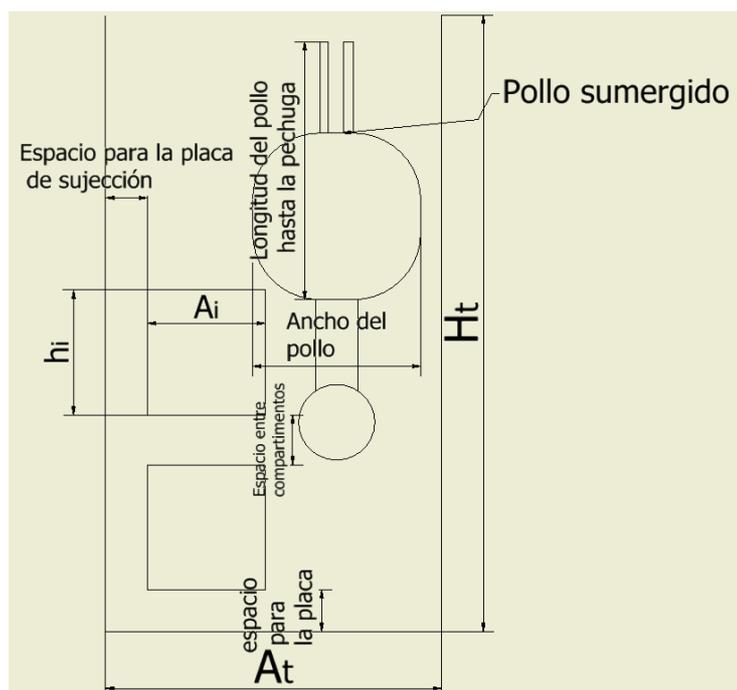


Figura 66.- Dimensionamiento de los compartimentos del intercambiador de calor.

Tiene dos compartimentos, uno para el ingreso del aire caliente que inyectará el quemador de diesel y el otro para la salida de los gases de combustión hacia el medio ambiente, el espacio

entre compartimentos será de 0,06 m; haciendo una media la longitud del pollo hasta la pechuga 0,32 m. Figura 66.

En la unión de las dos cámaras debe haber una curvatura para que permita el libre flujo de los gases, para la transmisión de calor hacia el agua de la tina de escaldado.

Dónde:

h_i = altura del intercambiador.

A_i = ancho del intercambiador de calor

$$2h_i = H_t - 2 \text{ espacio de placa} - \text{longitud hasta la pechuga}$$

$$2h_i = 0,740 \text{ m} - 0,12 \text{ m} - 0,32 \text{ m}$$

$$2h_i = 0,30$$

$$h_i = 0,15 \text{ m}$$

Para determinar A_i , se debe tomar en cuenta que se necesita la mayor área posible en contacto para la transferencia de calor, por lo tanto en la sección 2.1 se determinó el ancho del pollo de 0,26 m, para ganar mayor área se estima que este ancho será de 0,2 m.

$$A_i = A_t - \text{ancho del pollo} - \text{espacio placa de sujeción.}$$

$$A_i = 0,40 \text{ m} - 0,20 \text{ m} - 0,06 \text{ m}$$

$$A_i = 0,14 \text{ m}$$

2.2.4. Diseño y dimensionamiento del agitador.

En la Figura 67 se muestra la geometría del agitador, este tendrá la longitud de la base y la altura de la tina, fabricado de un tubo de acero inoxidable de ½ in. Las dimensiones y características del tubo se detallan en el Anexo 6.

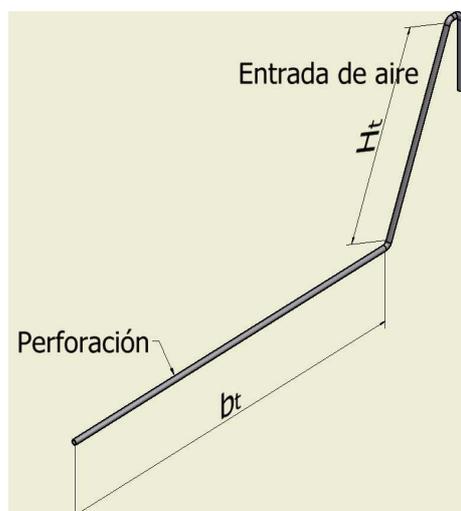


Figura 67.- Dimensionamiento del agitador.

1.1.1.4. Dimensionamiento del compresor.

Para determinar el compresor se necesita saber cuál es el gasto de aire, para lo cual determinamos el volumen de aire en el tubo del agitador. Figura 68.

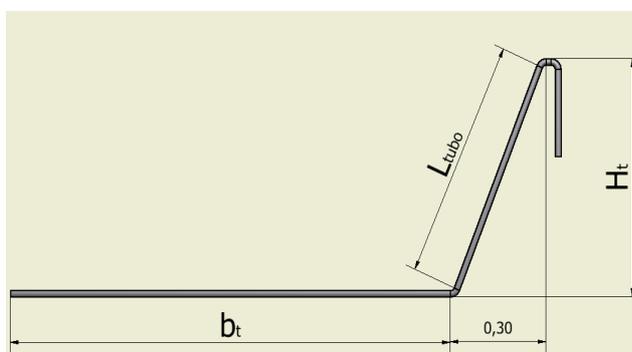


Figura 68.- Cálculo del volumen del compresor para determinar el gasto de aire.

$$L_{tubo} = \sqrt{(0,30 \text{ m})^2 * H_t^2}$$

$$L_{tubo} = \sqrt{(0,30 \text{ m})^2 * (0,74 \text{ m})^2}$$

$$L_{tubo} = 0,80 \text{ m}$$

La longitud total será:

$$L_{total} = L_{tubo} + b_t$$

$$L_{total} = 2,6 \text{ m}$$

El volumen será:

$$V_{agitador} = \pi * r_{tubo}^2 * L_{total}$$

$$V_{agitador} = 3,29 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Este volumen de aire es necesario a cada instante de tiempo, para la selección del compresor se multiplica este valor por 60 s, para tener el gasto en $\frac{\text{m}^3}{\text{minuto}}$

$$gasto = 3,29 \times 10^{-4} \text{ m}^3 * 60 \text{ s}$$

$$gasto = 0,019 \frac{\text{m}^3}{\text{minuto}} = 0,77 \text{ CFM}$$

Pasando a CFM (pies cúbicos por minuto).

COMPRESORES A PISTÓN, ACOUPLE DIRECTO



- Lubricados por aceite
- Certificado con prueba hidráulica
- Alta calidad de manufactura
- Fácil operación y mantenimiento
- Arranque y parada automático
- 110-240 v
- 8 bar / 115 psi

| MODELO | MOTOR | | POTENCIA | | VEL. | | CILINDROS | | RENDIMIENTO EN LITROS | | PRESIÓN DE TRABAJO MÁX. | | TANQUE | DIMENSIONES | PESO NETO |
|-----------|-------|-----|----------|----|--------|--------------|-----------|--------|-----------------------|-----|-------------------------|--------|----------|-------------|-----------|
| | KW | HP | V | HZ | R.P.M. | No x Dia. mm | Stroke mm | L.MIN. | C.F.M. | MPA | PSI | LITROS | | | |
| LW 1006-1 | 0,75 | 1 | 220 | 50 | 2850 | 1x42 | 36 | 80 | 2.8 | 0.8 | 115 | 6 | 48x21x50 | 17 | |
| LW 1000-3 | 0,75 | 1 | 220 | 50 | 2850 | 1x42 | 36 | 80 | 2.8 | 0.8 | 115 | 6 | 33x33x30 | 18 | |
| LW 2525-2 | 1,85 | 2,5 | 220 | 50 | 2850 | 1x47 | 40 | 120 | 4.2 | 0.8 | 115 | 24 | 60x29x64 | 27 | |
| LW 3035-3 | 2,2 | 3 | 220 | 50 | 2850 | 1x47 | 40 | 150 | 5.25 | 0.8 | 115 | 35 | 71x31x67 | 30 | |

Figura 69.- Selección del compresor en función del gasto de aire
Fuente:(Compresores, 2014)

Con esto se determina un compresor en la Figura 69, que el más cercano es de 2,8 CFM.

2.3. Diseño y dimensionamiento de sistema de transporte.

Este sistema será el encargado de transportar los pollos a través del monorriel para su proceso, consta de los siguientes elementos: garruchas y dispositivos de sujeción que son arrastradas por una cadena por todo el monorriel. En la Figura 70 se muestra un bosquejo del sistema.

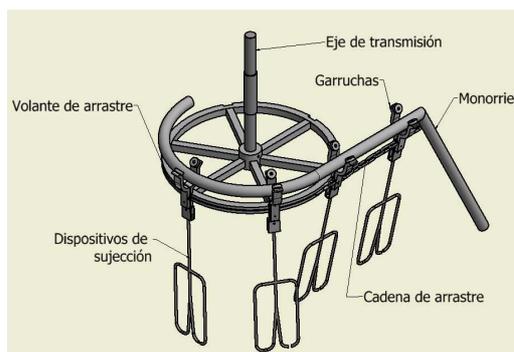


Figura 70.- Bosquejo del sistema de transporte.

2.3.1. Garruchas.

Las garruchas se las fabricó en base a unas existentes, facilitadas de la empresa dedicada a la faena de pollos Faenavi. Figura 71.

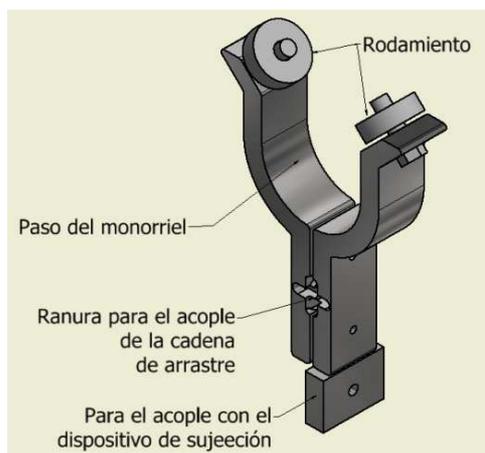


Figura 71.- Garruchas para el transporte de los pollos
Fuente: Faenavi.

Como se indica en la Figura 72 las garruchas consta de las siguientes partes:

- La platina para el acoplamiento del dispositivo de sujeción.
- Las ranuras para el acople de la cadena q permite el arrastre del sistema.
- Los rodamientos que se deslizan sobre el monorriel.

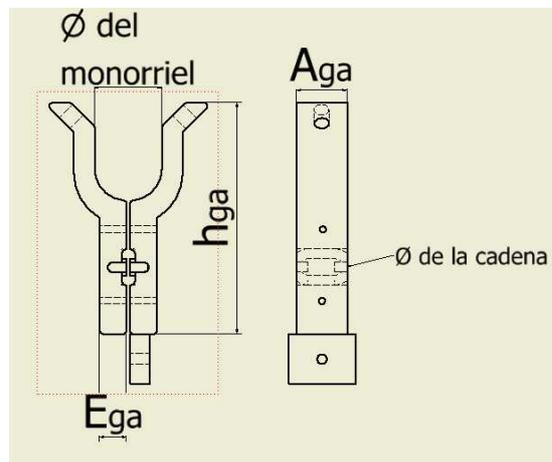


Figura 72.- Dimensiones de las garruchas.

Se tomará las medidas de las garruchas para el diseño de otros elementos que requieren estas dimensiones.

De acuerdo a las medidas tomadas las medidas de las garruchas son las siguientes:

h_{ga} = altura de la garrucha [0,205 m].

A_{ga} = ancho de la garrucha [0,03 m].

e_{ga} = espesor de la garrucha [0,012 m].

Se toma en cuenta la dimensión de ancho de la garrucha para el diseño del volante de arrastre que permitirá el acople.

Para el deslizamiento de las garruchas sobre el monorriel se usará los rodamientos 6201-2RSL, sus características se detallan en la Figura 73.

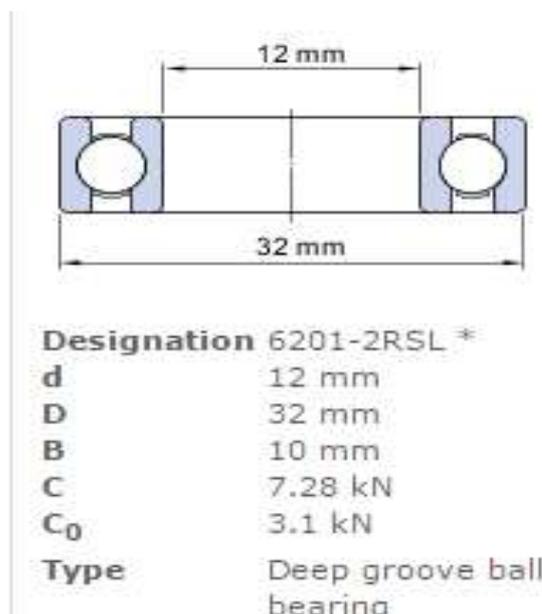


Figura 73.- Características del rodamiento de bolas 6201-2 RS.
Fuente: (SKF, 2015)

Se calcula la vida útil del rodamiento, se necesita saber los rpm del rodamiento, por lo que se sabe que tiene q recorrer una distancia de 1,80 m entonces:

$$S_{roda} = \theta * r_{roda}$$

S_{roda} = Longitud de arco del rodamiento

$$S_{roda} = 2\pi * 16 \text{ mm}$$

$$S_{roda} = 100,53 \text{ mm}$$

Se busca los rpm del rodamiento.

n_{roda} = Velocidad del rodamiento.

$$n_{roda} = \frac{1 \text{ rev} * 1800 \text{ mm}}{100,54 \text{ mm}}$$

$$n_{roda} = 17,90 \text{ rev.}$$

Se necesita determinar las revoluciones en un minuto:

$$n_{roda} = \frac{17,90 \text{ rev}}{1,5 \text{ min}} = 11,33 \text{ rpm}$$

El rodamiento de las garruchas girará a una velocidad de 11,33 rpm.

La vida útil del rodamiento viene dada por la ecuación:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P_{roda}} \right)^p$$

L_{10} = Vida útil en millón de revoluciones.

C= Capacidad de carga dinámica [7,28 kN]. Figura 73.

P_{roda} = Carga dinámica [N].

p= exponente para la fórmula de la vida, con un valor de 3 por tratarse de un rodamiento de bolas.

P_{roda} se determina de la sección 2.3.1 donde se determina el torque necesario para la transmisión de fuerza de $T = 104,7 \text{ N}\cdot\text{m}$ con esto determinar la fuerza de arrastre del sistema.

$$T = F_{arrastre} * r_{v \text{ arrastre}}$$

$$F_{arrastre} = \frac{104,7 \text{ N} * \text{m}}{0,30 \text{ m}}$$

$$F_{arrastre} = 349 \text{ N}$$

$$F_{arrastre} = P_{roda}$$

Entonces la vida útil será:

$$L_{10} = \left(\frac{7,28 \text{ kN}}{349} \right)^3$$

$$L_{10} = 9076,46$$

O en horas de funcionamiento será:

$$L_{10H} = \frac{10^6}{60 * n_{roda}} * L_{10}$$

$$L_{10H} = \frac{10^6}{60 * 11,33} * 9076,46$$

$$L_{10H} = 133516 \text{ Horas.}$$

2.3.2. Dispositivos de sujeción o de carga.

Los dispositivos de carga se maquinó en base a los datos de una empresa que se dedicada a la fabricación de equipos para el faenamiento de aves. Figura 74.

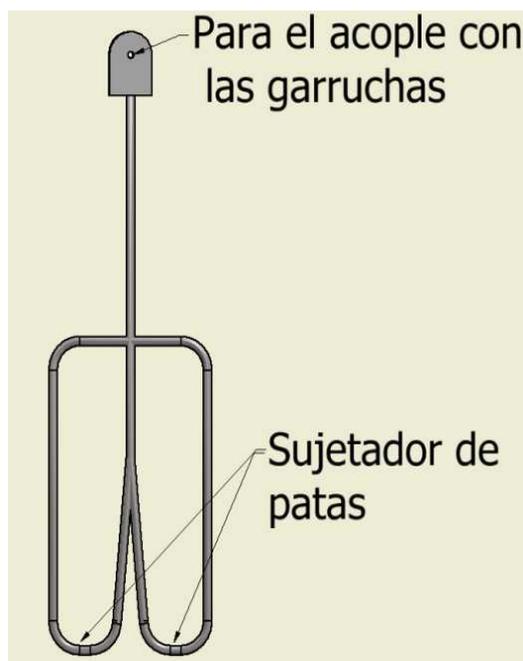


Figura 74.- Dispositivo de sujeción para el transporte de los pollos.
Fuente:(INDUMETAVI, 2015)

Las dimensiones tomadas de los dispositivos de sujeción son:

h_{disp} = altura de los dispositivos de sujeción. [0,30 m].

A_{disp} = ancho de los dispositivos. [0,14 m].

2.3.3. Cadena.

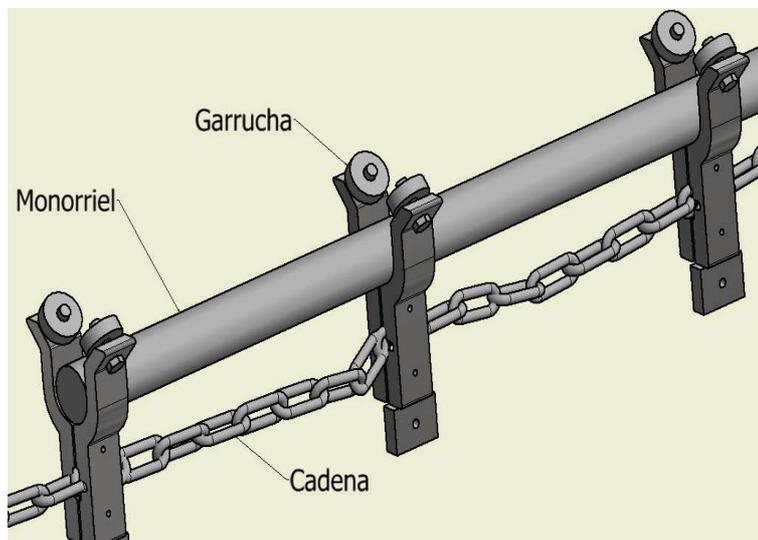


Figura 75.- Acople de la cadena con las garruchas para el arrastre.

La cadena de arrastre se determina de acuerdo a la geometría de las garruchas, en la Figura 75 muestra como las garruchas abrazan a la cadena para el arrastre.

Para la selección de la cadena se tomará en cuenta lo tratado en la sección 2.1 donde se determina usar un material que sea apto para el proceso de alimentos que están en contacto directo, mientras que para los elementos que no están en contacto directo se usará otro material con semejantes propiedades para disminuir el precio de los elementos :

- El material de la cadena deberá ser de un material que no sea contaminante, como el acero galvanizado será el adecuado.
- La fuerza de arrastre calculada en la sección 2.3.3., $F_{\text{arrstre}} = 346,9 \text{ N}$.
- Para el acople adecuado con la garrucha.

Con los requerimientos anteriores se seleccionará una cadena del Catálogo (Amenabar, 2002), sus características de encuentra en el Anexo 7.

La carga de ruptura de la cadena es 2.300 Kg, frente a la, $F_{\text{arrstre}} = 346,9 \text{ N}$, por lo tanto se acopla perfectamente al sistema de transporte.

2.3.4. Monorriel.

El monorriel será la guía por donde se transportará los pollos para su proceso de escaldado, se estima que transportará 30 pollos simultáneamente, a continuación se detalla las cargas que soportara este elemento.

Se realiza una medición de la masa de los elementos:

Masa del dispositivo de sujeción: $1 \text{ kg} * 30 \text{ unidades} = 30 \text{ kg}$.

Masa de la garrucha: $1 \text{ kg} * 30 \text{ unidades} = 30 \text{ kg}$.

Masa de los pollos húmedos: $3 \text{ kg} * 30 \text{ unidades} = 90 \text{ kg}$.

Masa de la cadena: $1 \text{ kg} * m$ Ver anexo 7, la masa de la cadena, se estima que se usará 9 m por lo tanto la masa será de: $1 \text{ kg} * 9 \text{ m} = 9 \text{ kg}$.

Masa propia del tubo: $1,65 \text{ kg} * m$ Ver Anexo4 propiedades del acero galvanizado, al igual que la cadena se estima que se usará 9 m por lo tanto la masa será de: $1,65 \text{ kg} * 9 \text{ m} = 14,85 \text{ kg}$.

Una masa de carga de imprevistos de 95 kg, como personas que se cuelguen en el monorriel, para asegurar su correcto funcionamiento.

La masa total es: $268,75 \text{ kg}$.

Entonces el peso es:

$$P_{elemntos} = \frac{m * g}{30}$$

$$P_{elemntos} = \frac{268,75 \text{ kg} * 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{30}$$

$$P_{elemntos} = 87,98 \text{ N}$$

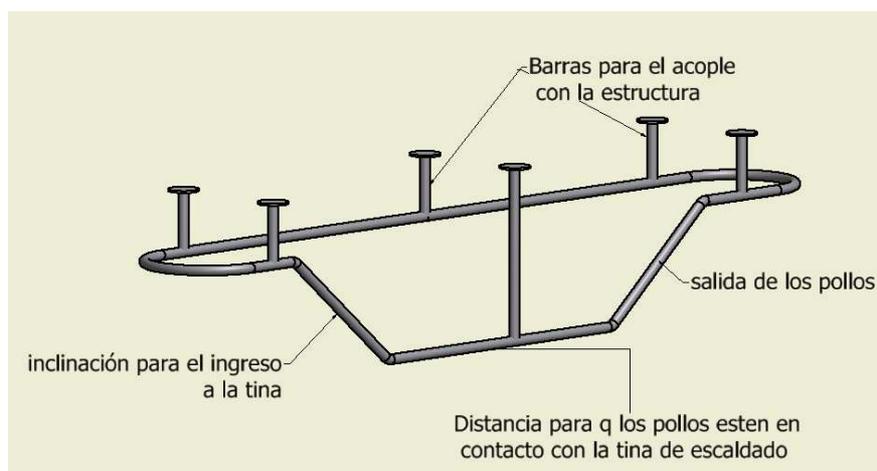


Figura 76.- Geometría del monorriel para su diseño.

Este peso estará distribuido uniformemente a lo largo de todo el monorriel, en la Figura 76 se detalla la geometría que tendrá el monorriel para el transporte de los pollos, las inclinaciones será para el ingreso y salida de los pollos de la tina de escaldado, la curvatura del monorriel para cerrar el circuito no será mayor de 0,60 m, debido al espacio disponible del galpón para la instalación del equipo. Las dimensiones del monorriel se basará en las dimensiones de la tina de escaldado, para garantizar que los pollos tengan un buen escaldado, en la Figura 72 se muestra el dimensionamiento del monorriel.

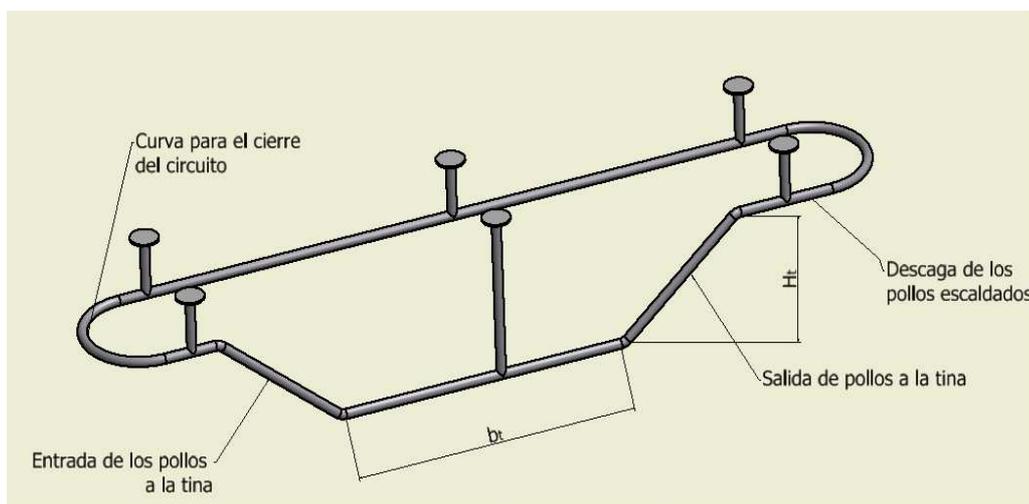


Figura 77.- Dimensionamiento del monorriel.

El monorriel se diseñará con la ayuda de un software por tratarse de una estructura hiperestática. En la Figura 78 muestra como estará cargado el monorriel.

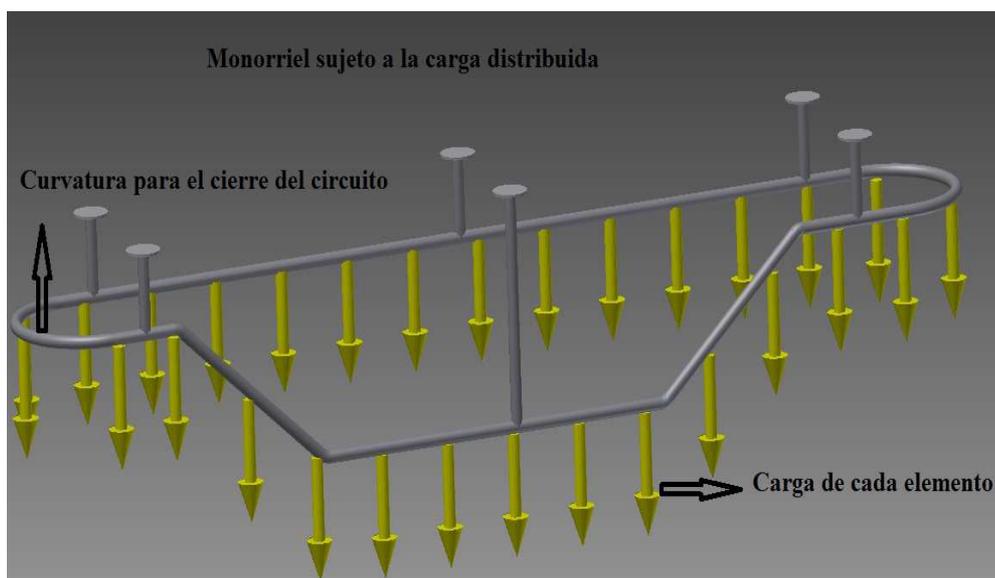


Figura 78.- Carga distribuida sobre el monorriel.

Determinada las cargas sobre el monorriel se procede a la configuración de la malla.

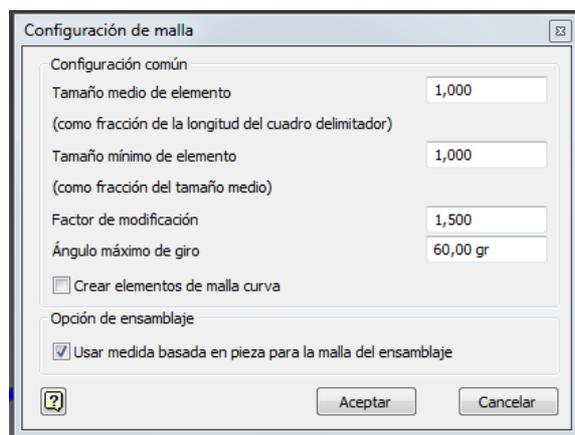


Figura 79.- Configuración de la malla.

El software realiza un refinado automático para las piezas. En este caso, deseamos añadir una iteración de refinado adicional. El refinado (tamaño medio del elemento) aumenta el número de elementos de malla en las áreas cuyos resultados necesitan mejorar. El refinado (tamaño mínimo del elemento) incrementa el grado polinómico de los elementos seleccionados en las áreas de alta tensión para mejorar la precisión de los resultados; se colocará el valor de 1 valor máximo para la configuración de la malla. Figura 79.

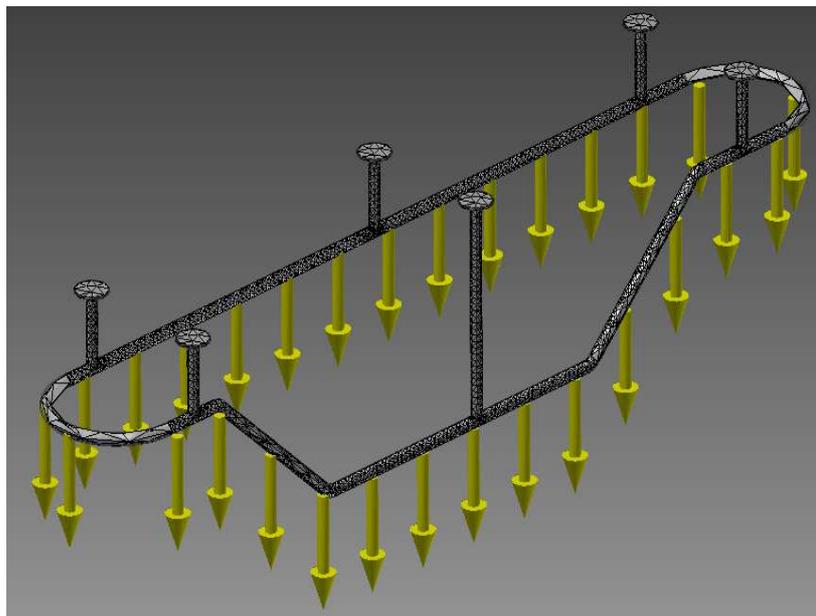


Figura 80.- Enmallado del monorriel.

En la Figura 80 se muestra la malla en el elemento lista para su análisis por el método de Von Mises. En la Figura 81 se muestra el resultado obtenido para la tensión de Von Mises, teniendo un esfuerzo máximo de 18,77 MPa.

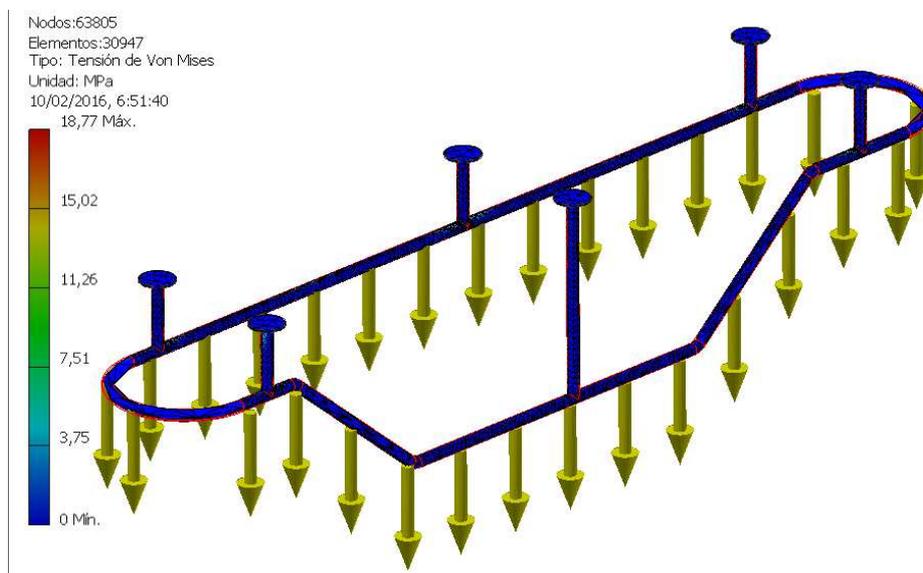


Figura 81.- Esfuerzo de Von Mises para el monorriel

En la Figura 82 y 83 se detalla la convergencia de la malla para cada resultado obtenido:

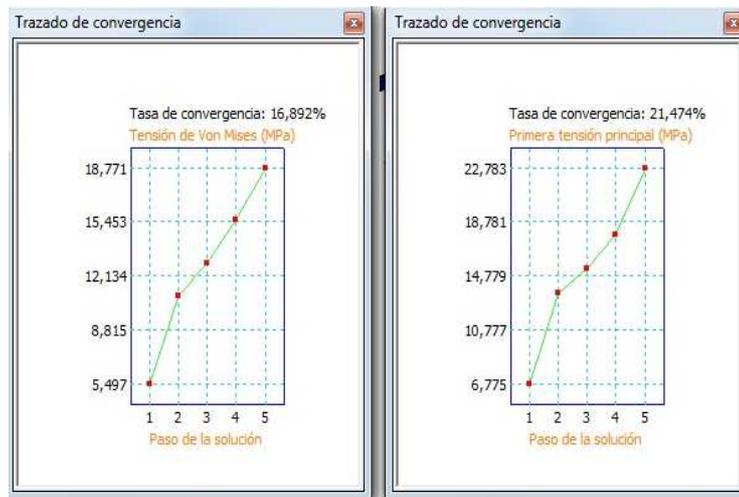


Figura 82.-Trazado de la convergencia para la Tensión de Von Mises y la Primera Tensión Principal.

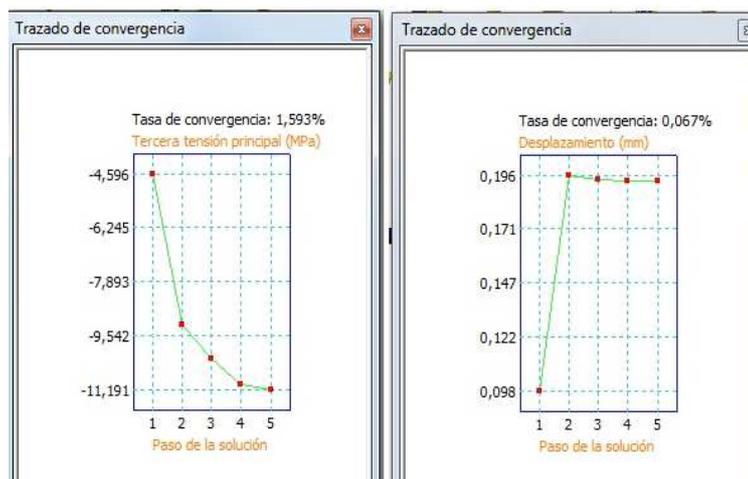


Figura 83.- Trazado de la convergencia para la Tercera Deformación Principal y el desplazamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el software, En la Figura 82 se observa que existe un desplazamiento de la estructura de 0,196 mm además en la Figura 83 se observa el Factor de seguridad de la estructura; por lo que se concluye que se usará un tubo Galvanizado de $1\frac{1}{2}$ in para la fabricación del monorriel. Las propiedades mecánicas de tubo se detallan en el Anexo 4.

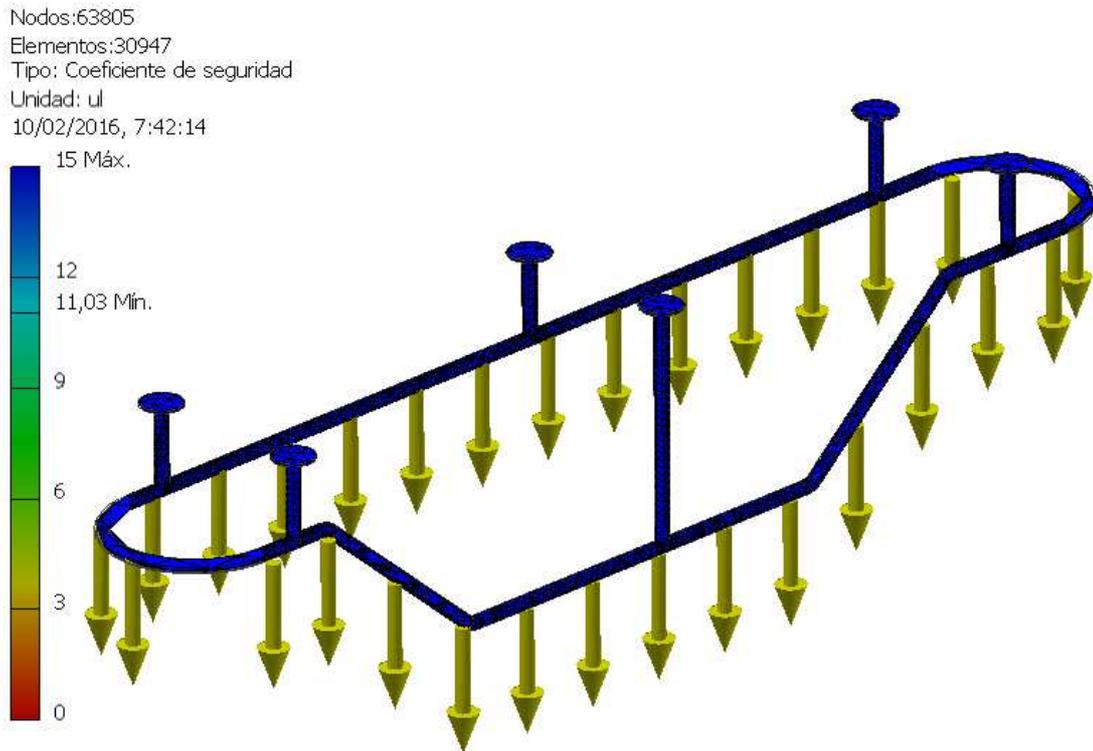


Figura 84.- Factor de seguridad para el diseño del monorrael.

2.3.5. Diseño del eje de transmisión del volante de arrastre.

El eje será el encargado de transmitir el torque entregado del motor hacia el sistema de arrastre, para su diseño se tiene de los siguientes datos:

$$T = 104,07 \text{ N}\cdot\text{m} \text{ Sección 2.3.3.}$$

$$F_{\text{arrastre}} = 346,9 \text{ N Sección 2.2.3.}$$

Se usará el acero AISI 1345 con las siguientes propiedades mecánicas.

$$\text{Resistencia Máxima } S_u = 13,40 \text{ MPa.}$$

$$\text{Resistencia a la Fluencia } S_y = 12,54 \text{ MPa.}$$

En la Figura 85 se muestra un bosquejo del diseño del eje.

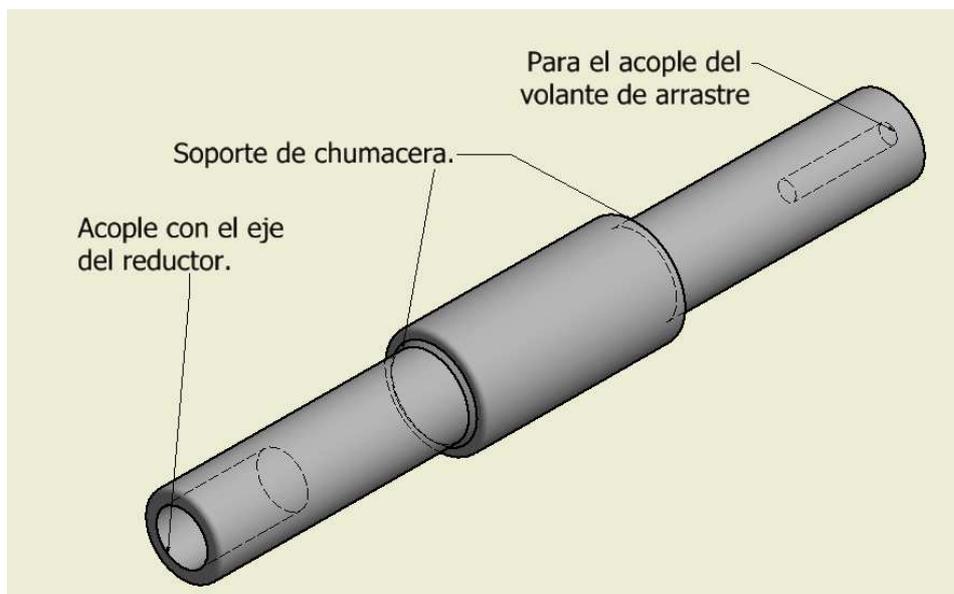


Figura 85.- Eje de transmisión del volante de arrastre.

El diagrama de cuerpo libre del eje del volante de arrastre. Figura 86.

Del diagrama de cuerpo libre de la Figuras 87 y 88 se analiza las fuerzas en los planos X-Z y X-Y, para determinar las reacciones.

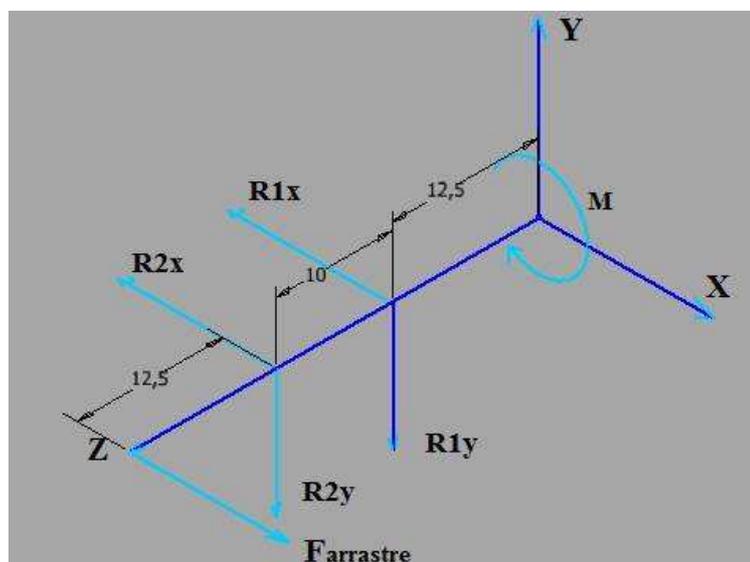
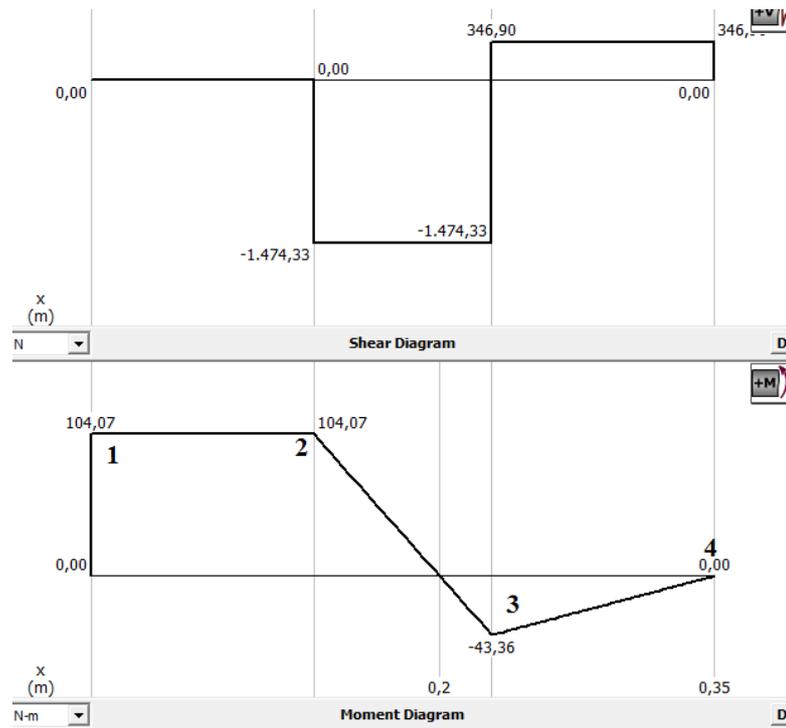


Figura 86.- Diagrama de cuerpo libre del eje del volante de arrastre.

Para determinar las reacciones en los puntos se realiza la sumatoria de fuerzas y momentos.



Plano xz

Figura 87.- Diagramas de la fuerza cortante y momento en el plano x-z

Plano X-Z

$$-R_{1x} - R_{2x} = F_{arrastre}$$

$$\Sigma M_z = 0$$

$$R_{1x} * 0,125 \text{ m} + R_{2x} * 0,225 \text{ m} - F_{arrastre} * 0,35 \text{ m}$$

Resolviendo:

$$R_{1x} = 1474,33 \text{ N}$$

$$R_{2y} = 1821,23 \text{ N}$$

Para el plano X-Y

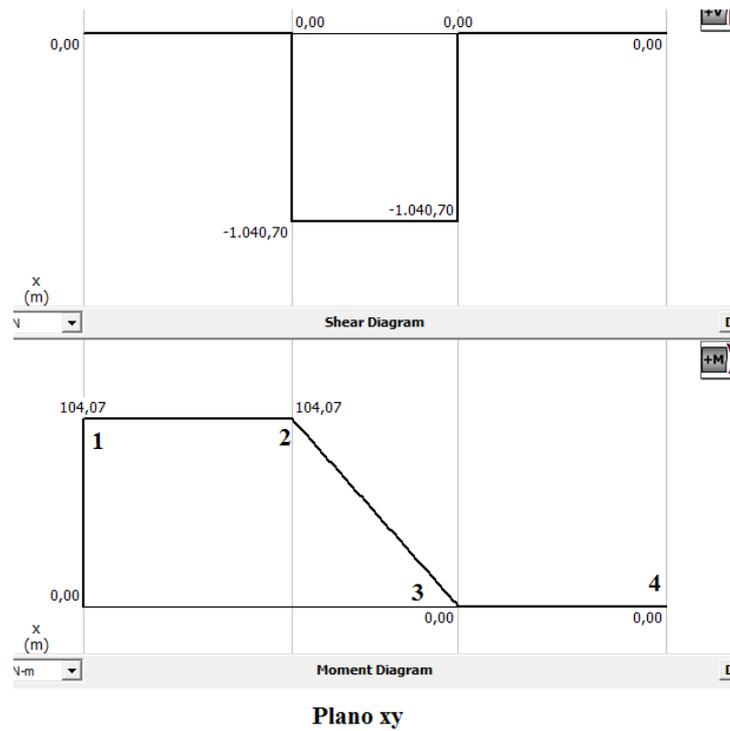


Figura 88.- Diagrama de la fuerza cortante y momentos en el plano x-y

$$-R_{1y} - R_{2y} = 0$$

$$\Sigma M_{R1y} = 0$$

$$-T - 0,1 m * R_{2y} = 0$$

Resolviendo:

$$R_{1y} = 1047,7 N$$

$$R_{2y} = -1047,7 N$$

Cálculo del momento resultante (M_t) en cada punto del eje: Partiendo de la ecuación

$$M_t = \sqrt{M_{x-y}^2 + M_{x-z}^2}$$

$$M_{t1} = 147,177 N * m$$

$$M_{t2} = 147,177 N * m$$

$$M_{t3} = 43,36 N * m$$

$$M_{t4} = 0 N * m$$

Cálculo del diámetro del eje para cada punto, partiendo de la ecuación que es compactible con la norma ANSI B106.1M -1985.

$$\phi_{eje\ arrastre} = \left[\left[10,19N \left[\frac{k_f * M_t}{Sn} \right]^2 + 0,694 \left[\frac{T}{S_y} \right]^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Donde:

N: Factor de seguridad.

k_f : Coeficiente de concentrador de esfuerzos por cambio de sección.

M_t : Momento total en cada punto.

Sn: Cálculo de la resistencia a la fatiga.

$$Sn = Cb * Cs * Cr * Co * Su$$

Cb: Factor de corrección por temperatura.

Es 1 para temperatura ambiente.

Cs: Factor de corrección por superficie, depende como será fabricado el eje.

Cr: Factor de confiabilidad funcional.

Co: Factor de corrección de esfuerzos residuales.

1 Para materiales con tratamientos térmicos.

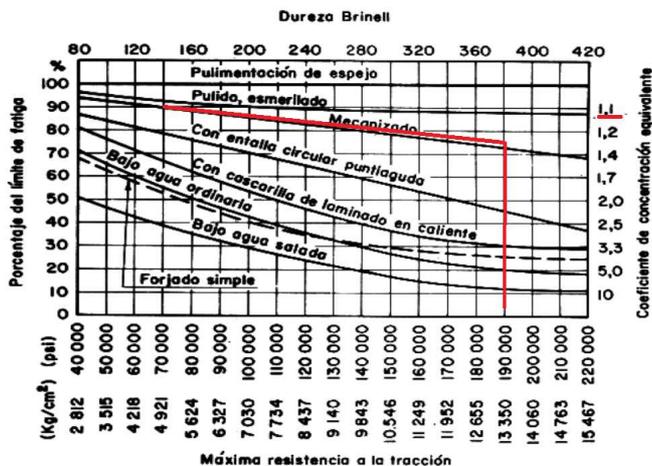


Figura 89.- Curvas para determinar el valor de Cs.
Fuente: (Bavareco, 2006)

El valor de Cs se encuentra mediante las curvas de la Figura 89, se busca el valor de Máxima resistencia a la tracción, la curva de acuerdo al proceso que tenga, el porcentaje al límite de la fatiga y determinar el valor de Cs= 1,1.

Cr: Factor de Confiabilidad funcional **Cr = 1 - A B**

Donde :

A = 0.076 para aceros

B = Rata de supervivencia

| | | | |
|-----|----------|--------|---------|
| 50% | B = 0 | 95% | B = 1.6 |
| 67% | B = 0.44 | 99% | B = 2.3 |
| 84% | B = 1.0 | 99.99% | B = 3.7 |
| 90% | B = 1.3 | | |

Figura 90.- Factor de confiabilidad funcional.
Fuente:(Bavareco, 2006)

Cr, el factor de confiabilidad funcional se encuentra con la Figura 90:

Se espera una funcionalidad del eje de un 90%, entonces:

$$C_r = 1 - AB$$

$$C_r = 1 - 0,076 * 1,3$$

$$C_r = 0,90$$

Kf, para chaflanes de hombros será de 1,5 como indica en la Figura 91.

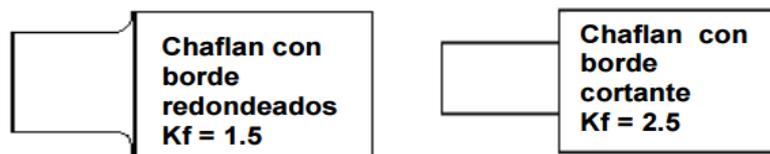


Figura 91.- Valor de Kf para hombros de los ejes.
Fuente:(Bavareco, 2006)

Otro concentrador de esfuerzo será el esfuerzo generado por el prisionero con un valor de 1,3 (Bavareco, 2006)

En la Figura 92 se indica el factor por cambio de sección en el eje.

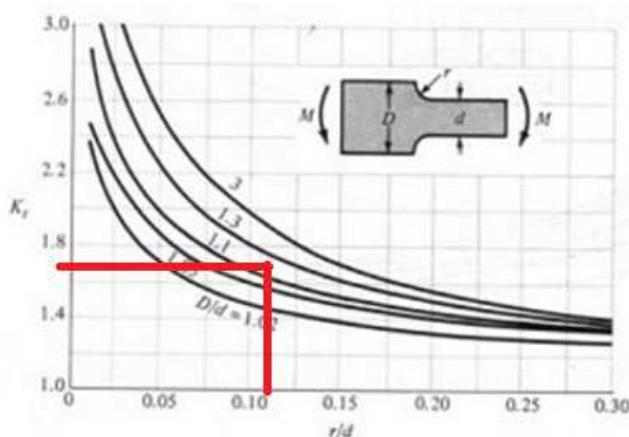


Figura 92.-Concentrador de esfuerzos por cambio de sección.
Fuente:(Ingemecánica, 2015).

Para el factor Kt se estima que los diámetros serán 63,5 mm y 50,8 mm respectivamente y el radio de curvatura de 6 mm

$$\frac{D}{d} = \frac{63,5}{50,8} = 1,25$$

$$\frac{r}{d} = \frac{6}{50,8} = 0,11$$

Con estos valores se busca la curva de 1,25 y la relación de 0,11 y se tiene que $k_t = 1,7$.

$$S_n = C_b * C_s * C_r * C_o * S_u$$

$$S_n = 1 * 1 * 0,9 * 1 * 13,40 \text{ MPa}$$

$$S_n = 12,06 \text{ MPa}$$

Cálculo de los diámetros para cada sección con la ecuación de la ASME

Cálculo del eje para la sección 1:

$$M_{t1} = 147,177 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T = 104,07 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Kf= 1,5 bordes redondeados.

Kf = 1,3 prisionero.

$$\phi_1 = 0,047 \text{ m}$$

Cálculo del eje para la sección 2:

$$M_{t2} = 147,177 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T = 104,07 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Kf= 1,5 bordes redondeados.

Kt= 1,7 cambio de sección.

$$\phi_1 = 0,061 \text{ m}$$

Cálculo del eje para la sección 3:

$$M_{t3} = 43,36 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T = 104,07 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Kf= 1,5 bordes redondeados.

Kt= 1,7 cambio de sección.

$$\phi_1 = 0,044 \text{ m}$$

Cálculo del eje para la sección 4:

$$M_{t4} = 0 \text{ N} * m$$

No existe momento torsor ni flector, por lo tanto en este punto dependerá del diámetro interno del rodamiento que soporte una carga axial igual a la resultante de las reacciones en los planos X-Z y X-Y.

$$F_{t \text{ en } 4} = \sqrt{1047,7^2 + 1047,7^2}$$

$$F_{t \text{ en } 4} = 1481,6 \text{ N}$$

Por lo tanto el eje tendrá las siguientes dimensiones:

El diámetro menor de $\phi_1 = 0,047 \text{ m}$ normalizando a los diámetros de los ejes será 50.8 mm y el diámetro mayor del eje $\phi_1 = 0,061 \text{ m}$ normalizando será de 63.5 mm.

En la sección 1 se tendrá una perforación para el acople del eje del reductor, se procede al cálculo del diámetro interior máximo con la siguiente ecuación:

$$\tau_{max} = \frac{T * c}{J}$$

Donde:

τ_{max} = Esfuerzo máximo 12,54 MPa

c = radio exterior del eje r_e

r_i = radio interior

r_e = radio exterior

J = momento polar de inercia para eje huecos

$$J = \frac{\pi * (r_e^4 - r_i^4)}{2}$$

Despejando r_i :

$$r_i = \sqrt[4]{r_e^4 - \frac{2Tr_e}{\pi * \tau_{max}}}$$

Calculando el $r_i = 0,023$ m

Entonces el diámetro para el acople del reductor es de 0,0254 m.

Selección de la chumacera para el asentamiento del eje.

La chumacera alojará al eje de 50,8 mm y tendrá la capacidad de soportar una carga radial de 1481,6 N, debido a diámetro del eje se selecciona una chumacera de piso P210 que aloja el rodamiento UC210 Anexo 8-9, que tiene una capacidad de carga dinámica de 35000 N y carga estática de 23200 N.

Sus medidas y características mecánicas ver en el anexo chumacera y rodamiento.(Asahi, 2010)

2.4. Diseño y dimensionamiento del sistema de arrastre

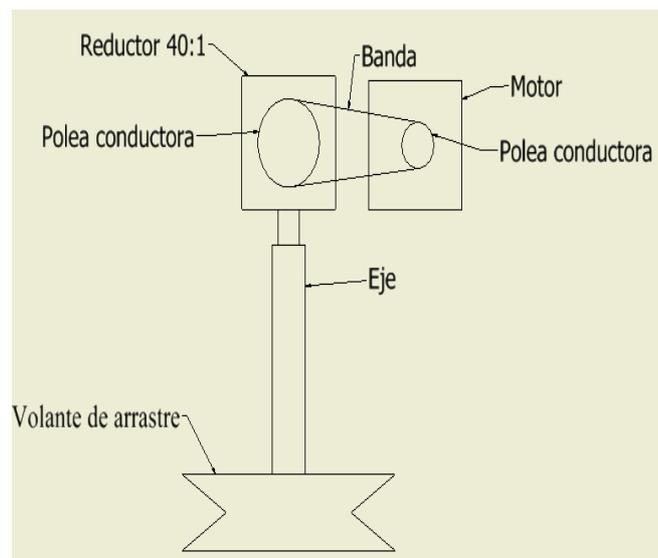


Figura 93.- Bosquejo del diseño del sistema de arrastre.

En la Figura 93 se muestra un bosquejo de elementos mecánicos que se necesita para el funcionamiento del sistema de arrastre.

2.4.1. Volante de arrastre.

La Figura 94 se muestra un bosquejo del volante de arrastre y los parámetros de diseño del son:

- Transmitir el torque para el arrastre del sistema.
- Diámetro del volante no mayor a 0,60 m debido a la geometría del monorraíl.
- Las ranuras para el acople de las garruchas al volante.
- Un acanalado para el acople de la cadena de arrastre.
- Prisioneros que permitan la sujeción del volante al eje de transmisión.

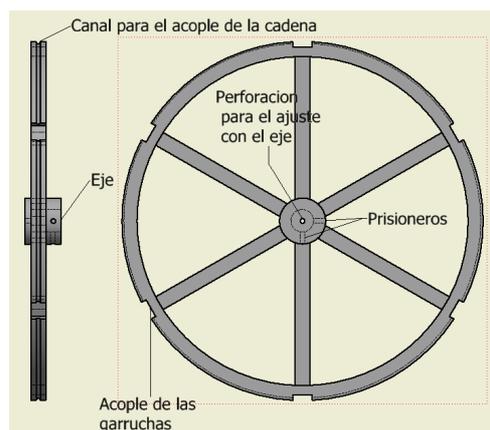


Figura 94.- Características para el dimensionamiento del volante de arrastre.

En la Figura 95 se indica la medida del ancho y el espesor de la garrucha para el diseño del volante de arrastre.

Entonces las medidas del volante de arrastre serán:

\emptyset Del volante de arrastre. [0,60 m]

E_{ga} = espesor de la garrucha, agregando una tolerancia será. [0,015 m]

A_{ga} = ancho de la garrucha con la tolerancia. [0,035 m].

\emptyset del acanalado del volante de arrastre con la tolerancia para el acople de la cadena de arrastre. [8 mm].

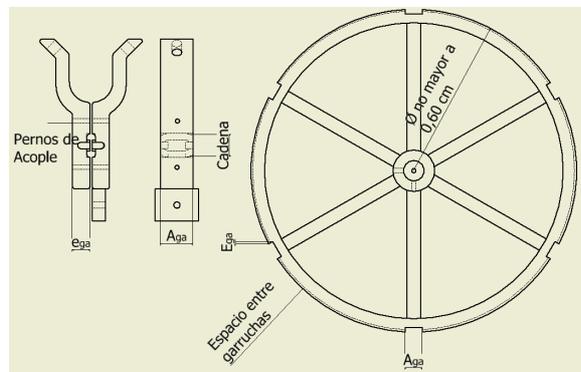


Figura 95.- Dimensionamiento del volante de arrastre con las medidas de las garruchas.

2.4.2. Volante guía.

El volante guía será el encargado de templar y guiar la cadena al cerrar el circuito de transporte, estará acoplada a un eje rígido, en su manzana serán colocados rodamientos para facilitar el giro libre en el sistema; en la Figura 96 se indica los elementos del volante guía.



Figura 96.- El volante de arrastre y sus elementos.

En la Figura 97 se muestra como esta acoplado el elemento en la máquina para su funcionamiento.

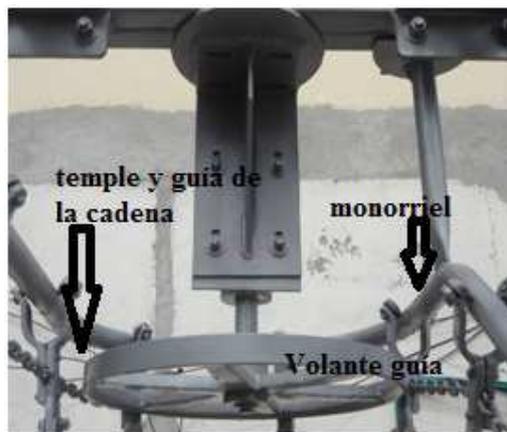


Figura 97.- Volante Guía, ubicación y función en la máquina.

2.4.3. Motor.

Para calcular la potencia del motor es necesario saber la cantidad de inercia que va a vencer, así determinar el momento adecuado y generar el movimiento.

La inercia que va a vencer son las siguientes:

- Inercia de las ruedas
- Inercia de las garruchas
- Inercia de los pollos
- Volante guía.
- Volante de arrastre.

Para determinar el torque del sistema se emplea la ecuación:

$$\Sigma T = \Sigma I * \alpha$$

Dónde:

T = Torque [N*m]

I = Inercia de todos los elementos del sistema [Kg * m²]

α = Aceleración angular [$\frac{rad}{s^2}$]

La inercia total del sistema es la suma de todas las inercias de los elementos del sistema de arrastre.

$$\Sigma I = I_{ruedas} + I_{pollos} + I_{garruchas} + I_{c\ volante\ guia} + I_{c\ volñante\ de\ arrastre}$$

Para el cálculo de las inercias del sistema necesitamos usar el teorema de Steiner o teorema de los ejes paralelos.

$$I_0 = I_{C_n} + ma_n^2$$

Dónde:

I_0 = momento de inercia con respecto a un punto 0.

I_{C_n} = momento de inercia con respecto al centro de masa de cada elemento.

m = masa de los elementos

a_n = distancias entre el punto 0 y los centros de masas de los elementos, las distancia entre elemento es de 0,30 m.

Para el determinar el momento de inercia tomamos la Figura 98 como base para el cálculo de los momentos de inercia.

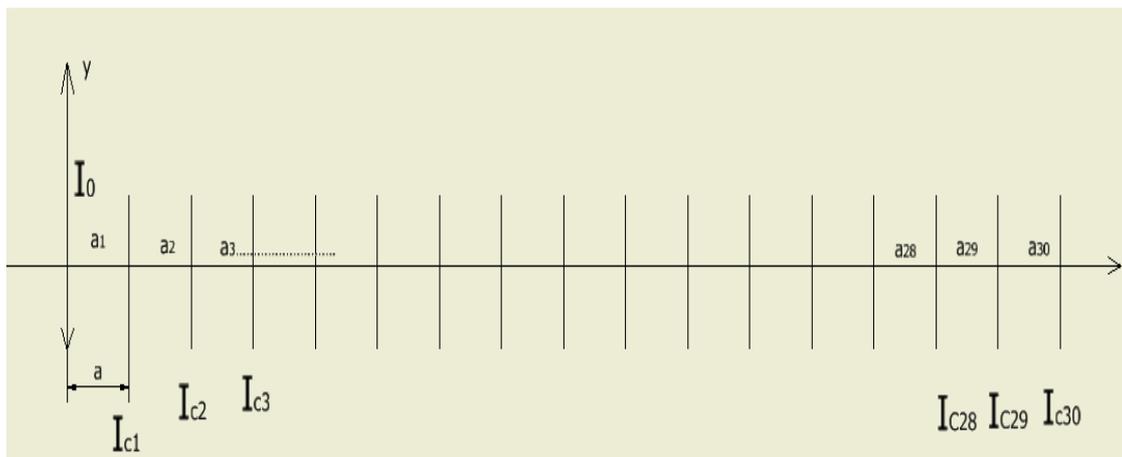


Figura 98.-Ubicación de los elementos para el cálculo del momento de inercia con el teorema de Steiner.

1.1.1.5. Inercia de las ruedas.

Para determinar la inercia de las ruedas se emplea la ecuación.

$$I = k * m * r^2$$

Con el teorema de Steiner la ecuación queda de la siguiente forma:

$$I_0 = k * m_r * r^2 + m_r * a^2$$

Dónde:

I_0 = momento de inercia con respecto al punto O.

K = constante ratio de distribución de la masa = 0,6 para una rueda sólida.

r = radio de la rueda [0,035 m].

m_r = masa de la rueda [0,08 kg]

Son 30 dispositivos entonces la ecuación es:

$$I_0 = 30 * k * m * r^2 + 30 * m * (a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 + a_5^2 + a_6^2 + a_7^2 \dots \dots \dots a_{30}^2)$$

$$I_0 = 90,21 \text{ Kg} * m^2$$

1.1.1.6. Inercia de los pollos

Para determinar la inercia de los pollos se los considerará como prismas rectangulares y para su cálculo se usa la ecuación:

$$I_{pollos} = \frac{m_p}{12} * (a^2 + b^2)$$

Dónde:

m_p = masa del pollo húmeda [3 kg].

c = Altura del prisma (la altura del pollo tomada como referencia para la construcción de la tina es de 0,62 m, se restará 0,14 m que corresponde a las patas y cabeza, teniendo una altura de 0,48 m). Sección 2.1.1.3.

b = base del prisma (ancho del pollo 0,26 m).

Con el teorema de Steiner la ecuación queda:

$$I_{pollos} = \frac{m_p}{12} * (c^2 + b^2) + m_p * a^2$$

Y aplicando la ecuación al sistema queda:

$$I_{pollos} = 30 \frac{m_p}{12} (c^2 + b^2) + 30 * m_p (a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 + a_5^2 + a_6^2 + \dots \dots \dots a_{30}^2)$$

$$I_{pollos} = 3382,83 \text{ kg} * m^2$$

1.1.1.7. Inercia de las garruchas

Las varillas de acero inoxidable AISI 304 tienen una longitud de 1,20m y 9 mm de diámetro con una masa de 0,61 kg.

El momento de inercia con respecto al centro de masa de la varilla es:

$$I_{cvarilla} = \frac{1}{2} m r^2$$

Y aplicando la ecuación al sistema con el teorema de Steiner nos queda:

$$I_{cvarilla} = 15 * m * r^2 + 30 * m * (a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 + a_5^2 + a_6^2 + \dots \dots \dots a_{30}^2)$$

$$I_{cvarilla} = 687,84 \text{ kg} * m^2$$

1.1.1.8. Inercia del volante guía.

El volante guía está fabricado de aluminio y para el cálculo del momento de inercia usamos a ecuación con respecto al centro de masa.

$$I_{Cvolante\ guia} = \frac{1}{2} m_{vg} (r_1^2 + r_2^2)$$

Dónde:

m_{vg} = masa del volante guía [6,07 kg]

r_1 = radio interior [0,55 m]

r_2 = radio exterior [0,60 m]

$$I_{Cvolante\ guia} = 0,46\ kg * m^2$$

1.1.1.9. Momento de inercia del volante arrastre.

El volante de arrastre está fabricado de acero ASTM A36 y para el cálculo del momento de inercia usamos a ecuación con respecto al centro de masa.

$$I_{Cvolante\ arrastre} = \frac{1}{2} m_{va} (r_1^2 + r_2^2)$$

Dónde:

m_{va} = masa del volante de arrastre [17,66 kg]

r_1 = radio interior [0,55 m]

r_2 = radio exterior [0,60 m]

$$I_{Cvolante\ arrastre} = 1,346\ kg * m^2$$

1.1.1.10. Sumatoria de los momentos de inercia.

Una vez calculados los momentos de inercia de los elementos procedemos a la sumatoria de ellos:

$$\begin{aligned} \Sigma I &= I_{ruedas} + I_{pollos} + I_{garruchas} + I_{c\ volante\ guia} + I_{c\ volante\ de\ arrastre} \\ \Sigma I &= 4162,69\ kg * m^2 \end{aligned}$$

Con la inercia total, se calcula el torque que realizará el motor.

Para el momento torsor se tiene la ecuación:

$$T = \Sigma I * \alpha$$

La aceleración angular se calcula con la siguiente ecuación tomando en cuenta que el motor parte del reposo y debe mantener una velocidad constante.

Determinamos la aceleración del sistema con la ayuda del volante de arrastre que debe recorrer una distancia de 1,80 m, que es la base de la tina en un tiempo de 90 s, se determina la longitud de arco del volante de arrastre.

$$S = \theta * r$$

Dónde:

S = longitud de arco

θ = ángulo [2π]

r = radio de la rueda. [0,16m]

$$S = 1,005 \text{ m}$$

Con esto se deduce que en una revolución recorre 1,005 m, como necesitamos saber cuántas revoluciones tendrá la distancia de 1,80 m tenemos:

$$\text{número de revoluciones} = \frac{1,80 \text{ m}}{1,005 \text{ m}}$$

$$\text{número de revoluciones} = 1,79$$

Con este valor se calcula la velocidad angular del sistema, las revoluciones calculadas las debe realizar en un tiempo de 90 s.

$$\omega = \frac{1,79 \text{ rev}}{90 \text{ s}} = 0,0198 \frac{\text{rev}}{\text{s}} = 0,125 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

En la sección 3.3.3.1 se determina el tiempo de aceleración del motor es 5 s y se procede a calcular la aceleración angular del sistema.

Dónde:

ω = velocidad angular [$0,125 \frac{rad}{s}$]

t= tiempo [5s]

$$\alpha = 0,025 \frac{rad}{s^2}$$

Se calcula el torque.

$$T = \Sigma I * \alpha$$

$$T = 4162,69 \text{ kg. m}^2 * 0,025 \frac{rad}{s}$$

$$T = 104,07 \text{ N * m}$$

Determinado el torque se calcula la potencia del motor, la velocidad del motor es de 66 rpm especificado en la sección 2.3.5.

$$P_{motor} = \frac{T * \omega_{motor}}{9,550}$$

Dónde:

P_{motor} = Potencia del motor [W]

ω_{motor} = Velocidad angular [66 rpm]

$$P_{motor} = \frac{104,07 \text{ N * m * 66 rpm}}{9,550}$$

$$P_{motor} = 719,20 \text{ W}$$

$$P_{motor} = 0,98 \text{ Hp}$$

La potencia a usar para la máquina es de 0,98 Hp, se dispone de un motor de 3Hp para la instalación. Sus características del motor están en el Anexo 5.

2.4.4. Poleas.

Para seleccionar las poleas se necesita encontrar la relación de velocidad que tiene entre el motor y el reductor de velocidad.

El motor que se utilizará para accionar el sistema de transporte tiene una velocidad de 1410 rpm, será regulada con el variador de velocidad Sinamic G100, y tendrá una velocidad de salida del motor de 67 rpm la cual será reducida con poleas a la entrada del reductor a una velocidad de 40 rpm, de esta forma se logrará tener una velocidad de 1 rpm, que es la velocidad necesaria para el trabajo de la máquina. Figura 99.

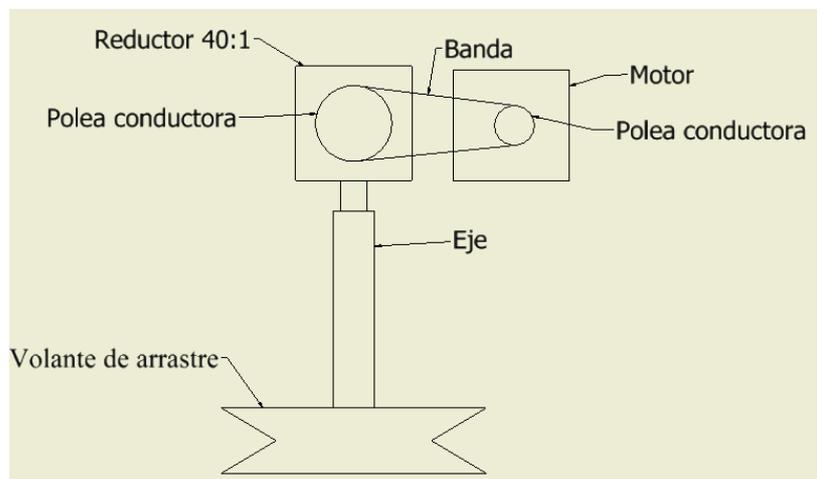


Figura 99.- Bosquejo del sistema de la transmisión por poleas y banda.

$$i = \frac{N_1}{N_2}$$

Dónde:

i = relación de velocidad

N_1 = Velocidad polea conductora [67 rpm]

N_2 = Velocidad polea conducida [40 rpm]

$$i = 1.68$$

1.1.1.11. Diámetro mínimo de la polea conductora.

En la Figura 100 se puede determinar el diámetro mínimo de la polea conductora para transmitir una potencia de 3 HP a una velocidad de giro de 67 rpm.

| Diámetros mínimos en mm | | | | |
|----------------------------|--------------|------|------|------|
| Caballos de fuerza (HP) | RPM de Motor | | | |
| | 900 | 1200 | 1800 | 3600 |
| 0,50 | 65 | - | - | - |
| 0,75 | 65 | 65 | - | - |
| 1,00 | 65 | 65 | 60 | - |
| 1,50 | 75 | 65 | 65 | 60 |
| 2,00 | 75 | 65 | 65 | 65 |
| 3,00 | 75 | 75 | 65 | 65 |
| 5,00 | 100 | 75 | 75 | 65 |
| 7,50 | 115 | 100 | 75 | 75 |
| 10,00 | 115 | 115 | 100 | 75 |
| 15,00 | 135 | 115 | 115 | 100 |
| 20,00 | 155 | 135 | 115 | 115 |
| 25,00 | 170 | 155 | 115 | 115 |
| 30,00 | 170 | 170 | 135 | - |
| 40,00 | 210 | 170 | 155 | - |
| 50,00 | 230 | 210 | 170 | - |
| 60,00 | 260 | 230 | 190 | - |

Figura 100.-Diámetros de poleas en función de la velocidad y la potencia.
Fuente:(Consider, 2010)

Se determina que para una potencia de 3 Hp a una velocidad de giro de 67 rpm el diámetro de la polea conductora es de 75 mm.

1.1.1.12. Diámetro de la polea conducida.

Una vez encontrados los valores de la relación de transmisión y el diámetro de la polea conductora se calcula el diámetro de la polea conducida.

$$i = \frac{d_2}{d_1}$$

Dónde:

i = relación de transmisión [1.68]

d_2 = diámetro de la polea conducida

d_1 = diámetro de la polea conductora [75 mm]

$$d_2 = 126 \text{ mm}$$

Las poleas que se instalaran en la máquina son:

- Polea conductora de 75 mm
- Polea conducida de 126 mm

2.4.5. Bandas.

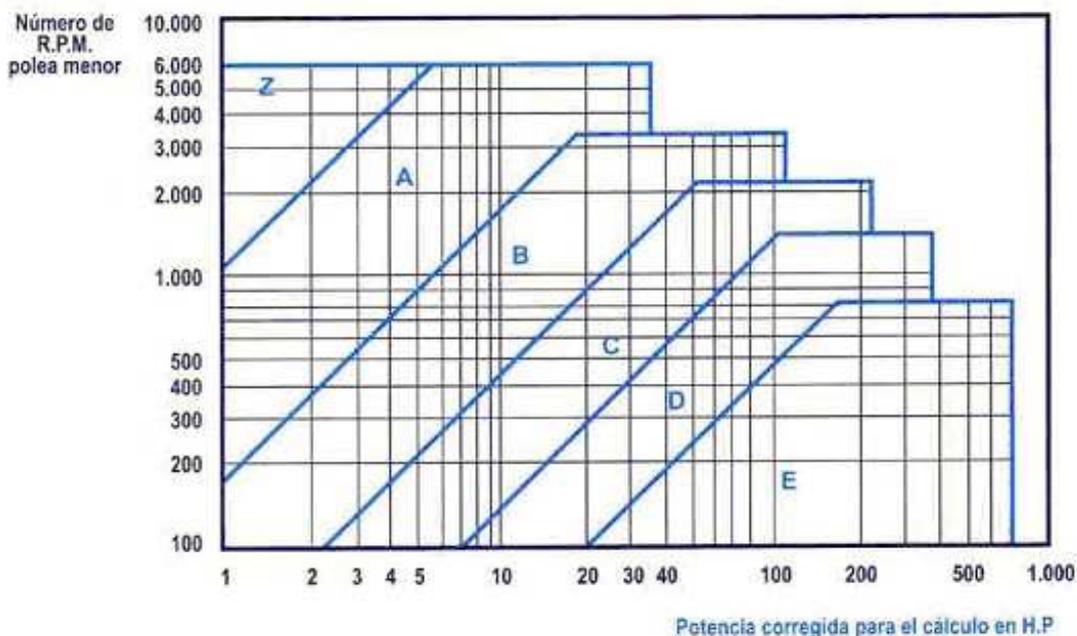


Figura 101.- Diagrama para la selección del tipo de banda.

Fuente:(Ingemecánica, Correas Transmision, Cálculo y Diseño, 2010)

Para seleccionar el tipo de banda de transmisión se basa en la Figura 101 con la velocidad y la potencia calculada, entonces se tiene que para transmitiré una potencia de 0,98 Hp a una velocidad de 66 rpm se necesita de una banda de tipo B

1.1.1.13. Cálculo de la distancia mínima entre centros (c).

Para encontrar la distancia entre los centros se emplea la siguiente ecuación:

$$c_{recomendada} = 1,5 (d_1 + d_2)$$

$$c_{max} = 2(d_1 + d_2)$$

$$c_{min} = 0,7(d_1 + d_2)$$

Dónde:

c = distancia entre centros [mm]

d_1 = diámetro polea conductora [75 mm]

d_2 = diámetro polea conducida [126 mm]

$$c_{recomendada} = 301,5 \text{ mm}$$

$$c_{max} = 402 \text{ mm}$$

$$c_{min} = 140,7 \text{ mm}$$

1.1.1.14. Longitud de la banda (lb).

Para determinar la longitud de banda se utiliza la siguiente ecuación recomendada por el fabricante:

$$lb = 2c + 1,57 * (d_1 + d_2) + \frac{d_1 + d_2}{4c}$$

Dónde:

lb = longitud de banda

c = distancia entre centros recomendada [301,5 mm]

d_1 = diámetro polea conductora [75 mm]

d_2 = diámetro polea conducida [126 mm]

$$lb = 918,74 \text{ mm}$$

1.1.1.15. Cálculo del número de bandas.

Para calcular el número de bandas tomamos el valor del factor de servicio de la Figura 102 con un valor de $K_s = 1,2$ que permite calcular la potencia corregida.

| TIPOS DE MÁQUINAS O EQUIPOS | SERVICIO INTERMITENTE | SERVICIO NORMAL | SERVICIO CONTINUO |
|--|-----------------------|-----------------|-------------------|
| Agitadores para líquidos Sopladores y aspiradoras <u>Transportadores de trabajo ligero</u> Ventiladores de hasta 10 caballos de fuerza | 1.1 | 1.2 | 1.3 |
| Transportadores de banda para arena, grano, etc Bombas rotativas de desplazamiento positivo Máquinas herramientas Maquinaria de lavandería Mezcladores de masa Ejes de línea Generadores Maquinaria de imprenta Taladros-prensas-cortadores Cribas giratorias y vibratorias Ventiladores de mas de 10 caballos de fuerza | 1.2 | 1.3 | 1.4 |
| Maquinaria para aserrios y trabajos en madera Transportadores (arrastre o tornillo) Compresores de pistón Molinos de martillo Pulverizadores Excitadores Maquinaria textil Bombas de pistón Elevadores cangilones Maquinaria para ladrillos Sopladores de desplazamiento positivo | 1.4 | 1.5 | 1.6 |

Figura 102.-Factor de servicio para el cálculo de número de bandas
Fuente: (Potencia, 2014)

La potencia de diseño se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_{diseño} = P_{motor} * k_s$$

Dónde:

P_{motor} : Potencia del motor [0,98 Hp].

$P_{diseño}$: Potencia del motor [Hp].

K_s : Factor de servicio [1,2].

$$P_{diseño} = 1,176 \text{ Hp}$$

Para el número de bandas se usa la ecuación:

$$N_b = \frac{P_{motor}}{P_{diseño}}$$

Dónde:

N_b = número de bandas

$$N_b = 0,83$$

El valor de N_b es menor de uno lo que indica que es necesario una sola banda para la transmisión de la potencia. Con estos se tiene que se necesita de una banda tipo B de 36 in. (Dayco, 2010)

2.5. Sistema de control de energía térmica y control de energía.

En la sección 1.5 se determinó que el intercambiador de calor en forma de serpentín será la mejor opción para la transmisión del calor hacia el agua de la tina, mientras que en la sección 2.1.3 se dimensionó el tamaño. Figura 103.



Figura 103.- Bosquejo del intercambiador de calor.

2.5.1. Análisis del balance de energías del intercambiador de calor.

Para realizar un análisis del balance de energía térmica es necesario saber como funcionará el intercambiador de calor. En la Figura 104 se aprecia un bosquejo de las condiciones iniciales, cuando la temperatura del agua de la tina está a una temperatura promedio ambiente en la mañana de 10 °C, se enciende el quemador que proporciona aire caliente a la superficie que recorre todo el intercambiador, logrando así transferir el calor hacia el agua y tener un aire a baja temperatura a salida del intercambiador.



Figura 104.-Condiciones iniciales del intercambiador de calor.



Figura 105.- Condición final de la temperatura del agua.

La Figura 105 indica la temperatura a la que se desea alcanzar tratado en la sección 1.2.4.3. para el óptimo escaldado, se tomó la temperatura en la superficie del intercambiador, se obtuvo

85 °C al ingreso del aire caliente y a la salida 17 °C; la temperatura final del agua es de 67 °C está en la superficie debido a que el agua caliente es de menor densidad.

Ya determinadas las temperaturas se procede a realizar el balance de energía para el sistema con la siguiente ecuación, la cual será basada en una hora:

$$\dot{m}_{\text{aire caliente}} * h_1 + \dot{m}_{\text{agua frio}} * h_2 + Q = \dot{m}_{\text{agua caliente}} * h_3 + \dot{m}_{\text{aire frio}} * h_4$$

Dónde:

$\dot{m}_{\text{aire caliente}}$ = masa de aire caliente.

$\dot{m}_{\text{aire frio}}$ = masa del aire frio.

$\dot{m}_{\text{agua caliente}}$ = masa del agua caliente [0,2978m³ = 297,8 kg].

$\dot{m}_{\text{agua fria}}$ = masa del agua fría.

h =Entalpías de los fluidos en cada proceso.

$c_p \text{ agua}$ = calor específico agua [4180 $\frac{J}{kg * ^\circ C}$].

$c_p \text{ aire}$ = calor específico agua [1000 $\frac{J}{kg * ^\circ C}$].

Q = pérdida de calor



Figura 106.- Entalpías en la transferencia de calor del intercambiador al agua de la tina de escaldado.

Las Entalpías de cada etapa para la transferencia de calor se indican en la Figura 106, para el cálculo se basa en la siguiente ecuación:

$$h = \int_{T_1}^{T_2} c_p dT$$

Desarrollando:

$$h = c_p (T_2 - T_1)$$

Entonces:

$$h_1 = c_{p \text{ aire}} (T_2 - T_1)$$

$$h_1 = 1000 \frac{J}{kg * ^\circ C} (85^\circ C - 10^\circ C)$$

$$h_1 = 75000 \frac{J}{kg}$$

$$h_2 = c_{p \text{ agua}} (T_2 - T_1)$$

$$h_2 = 4180 \frac{J}{kg * ^\circ C} (10^\circ C - 10^\circ C)$$

$$h_2 = 0$$

$$h_3 = c_{p \text{ agua}} (T_2 - T_1)$$

$$h_3 = 1000 \frac{J}{kg * ^\circ C} (67^\circ C - 10^\circ C)$$

$$h_3 = 238260 \frac{J}{kg}$$

$$h_4 = c_{p \text{ aire}} (T_2 - T_1)$$

$$h_4 = 1000 \frac{J}{kg * ^\circ C} (17^\circ C - 10^\circ C)$$

$$h_4 = 7000 \frac{J}{kg}$$

Para el cálculo de la pérdida de energía se usa la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{2,3}{2k * P_{ex\ inter}} * \text{Log} \left(\frac{P_{ex\ inter}}{P_{int\ inter}} \right) + \frac{1}{h_c * P_{ext\ intr}}}$$

Donde:

T_1 : Temperatura en el interior del intercambiador. $85^\circ\text{C} = 185^\circ\text{F}$

T_2 : Temperatura en el exterior del intercambiador de calor.

K : constante de conductividad térmica.

$P_{ex\ inter}$: Pared exterior del intercambiador en pulgadas. $0,15\text{ m} = 5,9\text{ in}$. Sección 2.1.3.

$P_{int\ inter}$: Pared interior del intercambiador en pulgadas. $0,13\text{ m} = 5,11\text{ in}$. Sección 2.1.3.

h_c : Coeficiente por convección y radiación de tubos horizontales. se obtiene de la Figura 107.

Para determinar h_c se debe hacer la diferencia entre la temperatura asumida y el valor de la temperatura del agua $67^\circ\text{C} = 181,4^\circ\text{F}$ entonces:

$$\Delta T = 185^\circ\text{F} - 181,4^\circ\text{F}$$

$$\Delta T = 3,6^\circ\text{F}$$

En la Figura 93 determinamos con la variación de temperatura y la curva $P_{ext\ inter} = 5,9\text{ in}$ se tiene que $h_c = 2,2$

La Figura 108 se determina las condiciones para el cálculo de la pérdida de energía.

Para el cálculo de la pérdida de energía se asume que $T_2 = 84^\circ\text{C} = 183,2^\circ\text{F}$, operando se tiene:

$$Q = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{2,3}{2k * P_{ex\ inter}} * \text{Log} \left(\frac{P_{ex\ inter}}{P_{int\ inter}} \right) + \frac{1}{h_c * P_{ext\ inter}}}$$

$$Q = \frac{(185^\circ\text{F} - 183,2^\circ\text{F})}{\frac{2,3}{2 * 16 * 5,9\text{ in}} * \text{Log} \left(\frac{5,9\text{ in}}{5,11\text{ in}} \right) + \frac{1}{2,2 * 5,9\text{ in}}}$$

$$Q = 23,37\text{ BTU}$$

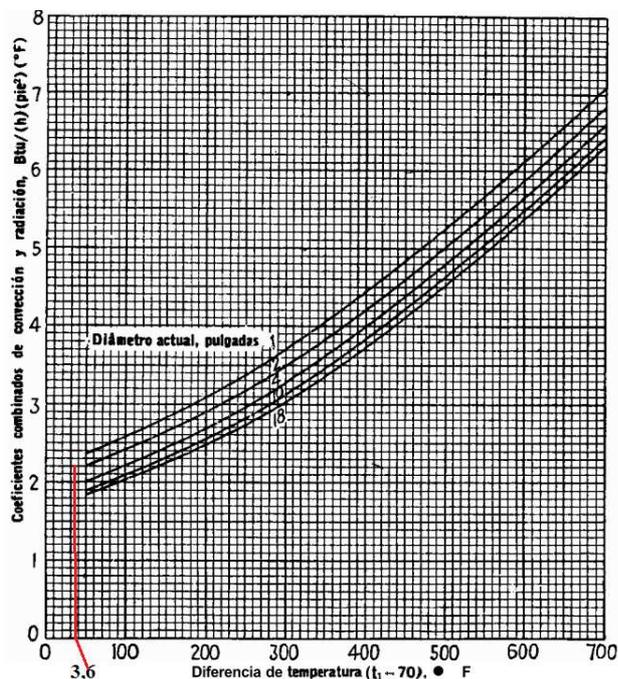


Figura 107.- Coeficiente combinado de convección y radiación para tubos horizontales.

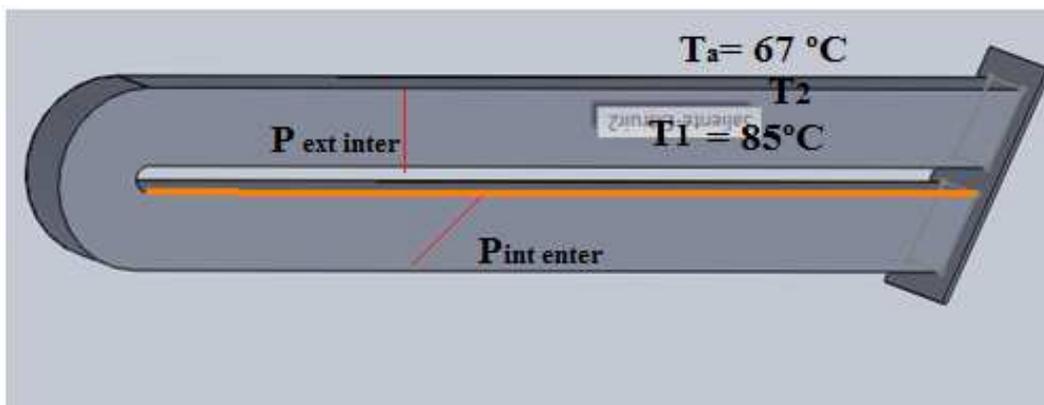


Figura 108.- Parámetros para determinar la pérdida de energía.

Con el Valor de Q calculado se determina si el valor asumido es el correcto, despejando de la siguiente ecuación T₂ y se aproxima al estimado este valor es el adecuado.

$$Q = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{2,3}{2k \cdot P_{ex\ inter}} * \text{Log} \left(\frac{P_{ex\ inter}}{P_{int\ inter}} \right)}$$

Despejando T₂ se tiene:

$$T_2 = Q * \left(\frac{2,3}{2k * P_{ex\ inter}} * \text{Log} \left(\frac{P_{ex\ inter}}{P_{int\ inter}} \right) \right)$$

$$T_2 = 23,37 \text{ BTU} * \left(\frac{2,3}{2 * 16 * 5,9 \text{ in}} * \text{Log} \left(\frac{5,9 \text{ in}}{5,11 \text{ in}} \right) + \frac{1}{2,2 * 5,9 \text{ in}} \right)$$

$$T_2 = 181,7 \text{ }^\circ\text{F}$$

Entonces el valor de la temperatura es 181,7°F y la temperatura asumida fue de 181,4°F, por lo tanto la energía perdida del intercambiador de calor por cada metro lineal es 23,37 BTU , el intercambiador de calor tiene dos longitudes de la base de la tina entonces:

$$Q_{total} = Q * 2b_t$$

$$Q_{total} = 23,37 \text{ BTU} * 3,6 \text{ m}$$

$$Q_{total} = 84,132 \text{ BTU} = 88763,95 \text{ J}$$

Calculado las entalpias en cada punto del proceso y la pérdida de calor se procede a encontrar el flujo de masa de aire, la Tabla23 indica los valores de las entalpias.

Tabla 23.- Valores de entalpias calculados en cada proceso

| | h_1 | h_2 | h_3 | h_4 |
|--|-------|-------|--------|-------|
| Masa (Kg) | | 297,8 | 297,8 | |
| T (°C) | 85 | 10 | 67 | 17 |
| ΔT (°C) | 75 | 0 | 57 | 7 |
| $C_p \left(\frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right)$ | 1000 | 4180 | 4180 | 1000 |
| $h \left(\frac{J}{kg} \right)$ | 75000 | 0 | 238260 | 7000 |

Despejando la \dot{m}_{aire} de la ecuación del balance de energías:

$$\dot{m}_{aire} = \frac{\dot{m}_{aguacaliente} h_3 - \dot{m}_{aguafrío} h_2 - Q_{total}}{(h_1 - h_4)}$$

$$\dot{m}_{aire} = 1042,13 \text{ kg.}$$

Este cálculo fue basado en una hora entonces el flujo de aire será:

$$\dot{m}_{aire} = 1042,13 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

En conclusión necesitamos 1365.26 kg de aire caliente para elevar de temperatura al agua, este cálculo se basa en una hora

$$\dot{m}_{aire} = 1042,13 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

2.5.2. Cálculo de la energía necesaria para elevar la temperatura del agua.

Para el cálculo de la energía necesaria para elevar la temperatura del agua de 10°C a 63°C que es la máxima para el escaldado de pollos se usa la siguiente ecuación:

$$Q_n = m_{agua} * c_p * (T_2 - T_1)$$

Dónde:

- Q_n : energía necesaria para elevar la temperatura del agua
- m_{agua} : masa del agua [297,8 kg]
- c_p : calor específico del agua [$4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$]
- T_2 : Temperatura a alcanzar [63 °C]
- T_1 : Temperatura inicial del agua [10 °C]

$$Q_n = 65,97 \text{ MJ}$$

La energía necesaria para elevar de temperatura el agua de 10 °C a 63 °C es $Q = 65,97 \text{ MJ}$.

2.5.3. Determinar la potencia del quemador.

Para determinar la potencia del quemador sumamos la energía necesaria para elevar la temperatura del agua y la pérdida de calor.

$$P_{quemador} = Q_n + Q_{total}$$

$$P_{quemador} = 65,97 \text{ MJ} + 88763,95 \text{ J}$$

$$P_{quemador} = 66,05 \text{ MJ} = 18,05 \text{ kW}$$

La potencia del quemador a utilizar debe ser por lo menos de 18,05 kW.

2.5.4. Selección del quemador.

Se necesita de un equipo que proporcione 18,05 kW de energía calorífica, que permita el flujo de una masa de aire de $1365,26 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$.

Tabla 24.- Características del quemador RelioBurners.

| | | |
|-------------------------------|-------------------|-------------|
| Marca | RELIO BURNERS | |
| Modelo | RELIO40-F3 MANUAL | |
| Voltaje (V) | 110 | |
| Potencia absorbida (W) | 175 | |
| Potencia | Calorífica | 20.5 – 38.9 |



El equipo que se usará es de la Marca Comercial RELIO BURNERS, el cual es propicio para ser implementado en la máquina, ya que proporciona todas las normas de seguridad, las características se observa en la Tabla 24 y sus dimensiones se detallan en el Anexo 15.

2.6. Estructura de la máquina

Los pórticos deben ser diseñados de tal manera que soporten toda la carga de todos los sistemas y elementos.

Se tiene una carga total de 2647 N que están distribuidos uniformemente a lo largo de la estructura. Tratado en la sección 2.2.4.

Para los pórticos usaremos los perfiles PHR C 100x50 que son los adecuados para soportar carga. Se diseña el pórtico en un caso de compresión centrada, en la Figura 109 se muestra el diseño de la estructura.

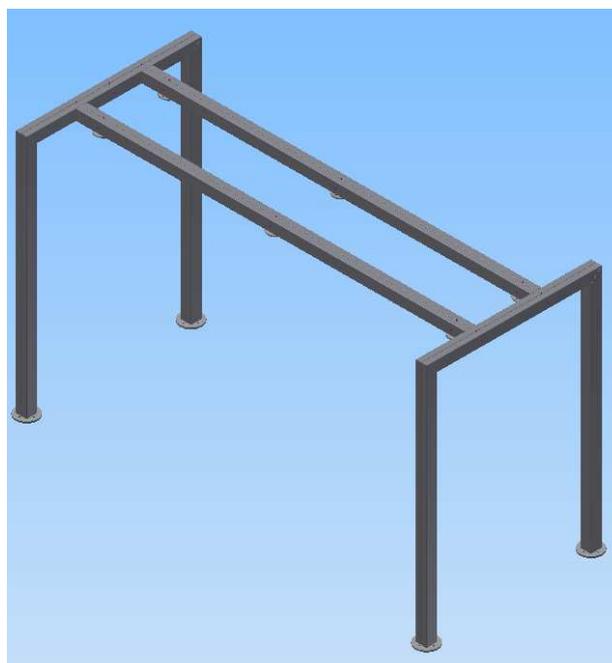


Figura 109. Diseño de la estructura de la máquina de escaldado de pollos.

2.6.1. Análisis de la longitud de pandeo I_K .

Se revisa de acuerdo a la Tabla 25 el tipo de empotrado va a tener el pilar, para tomar el valor de $\beta = 0,5$ que es de un pilar bienempotrado.

Tabla 25.- Módulo β de empotramiento para el diseño de columnas.

| | |
|------------------------------|---------------|
| Columna biarticulado | $\beta = 1$ |
| Columna bienpotrado | $\beta = 0,5$ |
| Columna empotrado-articulado | $\beta = 0,7$ |
| Columna empotrada libre | $\beta = 2$ |

Fuente(Permuy, 2010)

$$I_K = \beta * L$$

I_k : Longitud de pandeo

β : Módulo de empotrado 0,5

L: longitud del pórtico 2,25 m

$$I_k = 1.125 \text{ m}$$

2.6.2. Esbeltez mecánica λ .

Se recomienda que la esbeltez mecánica de las piezas no supere el valor de 200 en los elementos principales.

$$\lambda = \frac{I_k}{i_y}$$

$$i_y = \frac{112,5 \text{ cm}}{200}$$

$$i_y = 0,56 \text{ cm}$$

Dónde:

i_y : Radio de giro

Seleccionado el perfil PHR C 100 x 50 de 2 mm, sus propiedades mecánicas están en el Anexo que tenga como mínimo un $i_y = 5,6 \text{ mm}$, tomamos el valor de $i_y = 18,326 \text{ mm}$ que le corresponde a nuestro perfil seleccionado.

Esbeltez mecánica será:

$$\lambda = \frac{112,5 \text{ cm}}{1,832 \text{ cm}} = 61,38$$

$\lambda = 61,38$ Que es menor a 200 cumple la condición de esbeltez.

2.6.3. Coeficiente de pandeo ω .

En la tabla anexada buscar el coeficiente de pandeo con los anteriores cálculos realizados.

Para el valor de $\lambda = 61,38$ nos corresponde un $\omega = 1,23$

$$\sigma^* = \frac{q^* * \omega}{A} \leq S_y$$

$$\sigma^* = \frac{2647 \text{ N} * 1,23}{4,234 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma^* = 768,96 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

Cumple la condición

$$\sigma^* \leq S_y$$

$$7.69 \text{ MPa.} \leq 250 \text{ MPa.}$$

El perfil que cumple las condiciones de diseño es PRH C 100x50, con este perfil se realizara el armazón de la máquina.

Capítulo III

3. Construcción y montaje de la línea de escaldado

3.1. Construcción

Una vez diseñados todos los sistemas mecánicos que conforman la máquina escaldadora de pollos en línea por inmersión se procede a construir y acoplar físicamente sus partes.

Para la construcción de los elementos que conforman la máquina de Escaldado por inmersión es necesario de disponer de máquinas y herramientas adecuadas que facilite la construcción de los diferentes elementos que conforman la máquina.

La máquina se construye en un taller mecánico donde se cuenta con el equipo y personal adecuado para la construcción.

Se detallan las partes y actividades que se realizaron para el montaje de la máquina.

- Construcción de la tina de escaldado.
- Construcción y montaje del intercambiador de calor.
- Construcción y montaje de la chimenea.
- Construcción y montaje del transportador.
- Construcción de la estructura.

3.1.1. Máquinas, equipos y herramientas.

Máquinas utilizadas para la construcción de la máquina de escaldado de pollos

3.1.1.1. *Máquinas y herramientas.*

- Torno
- Fresadora
- Soldadora por arco eléctrico
- Suelda MIG
- Taladro
- Amoladora

- Baroladora
- Cuchillas para el torno
- Juego de llaves de boca
- Juego de llaves hexagonales
- Martillo
- Limas
- Juego de brocas
- Discos de corte
- Discos de desbaste o abrasivos
- Machuelos

3.1.1.2. *Instrumentos de medición.*

- Calibrador o pie de rey
- Micrómetro
- Escuadras
- Fluxómetro

3.1.1.3. *Herramientas de seguridad.*

- Mascara para soldar.
- Guantes de cuero
- Mandil.
- Botas punta de acero
- Gafas protectoras.

3.1.2. Procedimiento para la fabricación de los elementos de la máquina.

En la Tabla 26a la Tabla 32se detalla el procedimiento para la construcción de cada elemento de la máquina de escaldado de pollos.

Tabla 26.- *Procedimiento para la fabricación de la tina de escaldado.*

| ELEMENTO | PROCESO DE FABRICACIÓN |
|--|---|
| <p data-bbox="379 488 603 517">Tina de escaldado</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="831 488 1364 667">• Trazado.- se traza las dimensiones de la tina en la plancha de acero inoxidable AISI 304 de 2 mm de espesor, determinadas en la sección 2.1.1. <li data-bbox="831 685 1364 763">• Corte.- se corta la plancha de acero inoxidable para dar la forma de la tina. <li data-bbox="831 781 1364 909">• Limado.- se lima todos los contornos por donde se realizó en corte para eliminar aristas vivas. <li data-bbox="831 983 1364 1111">• Doblado.- se da la conformación de la tina con la ayuda de la baroladora para conformar la forma de la tina. <li data-bbox="831 1128 1364 1256">• Suelda.- se suelda para la costura de la tina. Se emplea el electrodo E308 - L16 para sueldas en inoxidable. <li data-bbox="831 1274 1364 1402">• Perforado.- se perfora la tina para la instalación del intercambiador de calor y descarga del agua. <li data-bbox="831 1476 1364 1603">• Pulido.- se realiza el pulido para eliminar toda clase de impurezas, escorias entre otros. |

Tabla 27.- *Procedimiento para la fabricación de los sellos e intercambiador de calor.*

| ELEMENTO | PROCESO DE FABRICACIÓN |
|----------|------------------------|
|----------|------------------------|

Sellos

- Selección de material: se selecciona el material para el sellado de la tina, el asbesto para el exterior y caucho etileno-propileno-dieno para el interior de la tina
- Trazado.- se traza las medidas requeridas por la tina
- Perforado.- se perfora para el paso de los pernos para el ajuste.

Intercambiador de calor

- Trazado.- se traza las dimensiones del intercambiador de calor en la plancha de acero inoxidable AISI 304 de 2 mm de espesor.
- Corte.- se corta la plancha de acero inoxidable para dar la forma del intercambiador de calor.
- Limado.- se lima todos los contornos por donde se realizó en corte para eliminar aristas vivas.
- Doblado.- se da la conformación de la tina con la ayuda de la baroladora para conformar la forma del intercambiador de calor.
- Suelta.- se suelta para la costura del intercambiador de calor. Se emplea el electrodo E308 -L16 para sueltas en inoxidable.
- Pulido: se elimina la escoria producida por la suelta.

Tabla 28.- *Proceso para la fabricación del monorriel y volante guía.*

Monorriel

- Doblado.- se da la forma al tubo galvanizado de 1 de acuerdo a lo establecido en la sección 2.2.3.



- Corte.- se corta los tubos de acero galvanizado para dar la geometría del monorraíl.
- Suelda.- se suelda la uniones de los tubos para dar la forma del monorraíl con el electrodo 6011 de 1/8.
- Pulido.- se pule para eliminar escoria y residuos contaminantes.
- Fondeado: se fondea la estructura para evitar corrosión.
- Pintado: se pinta las piezas con pintura anticorrosiva

Volante guía



- Medida.- se toma la medida de acuerdo a la geometría del transportador tratada en la sección 2.3.2.
- Se funde en aluminio disminuir el peso en la estructura.
- Torno.- se tornea la manzana para la colocación de los rodamientos 6205 ZE C3.
- Prisionero.- se perfora y con la ayuda de un machuelo para sacar rosca para un prisionero de 3/8 in.
- Pulido: se elimina aristas vivas y escoria de la suelda

Tabla 29.- *Proceso para la fabricación del volante de arrastre.*

| ELEMENTO | PROCESO DE FABRICACIÓN |
|--|---|
| <p data-bbox="368 495 612 524">Volante de arrastre</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="831 416 1359 595">• Trazado. En la plancha de acero ASTM A36 de 2,5mm se traza dos circunferencias. La exterior de 0,60 m y la interior de 0,55 m, de acuerdo a lo establecido en la sección 2.3.1. <li data-bbox="831 645 1359 712">• Corte: se lo realiza el corte de las circunferencias con el torno. <li data-bbox="831 761 1359 869">• Torneado: se tornea el canal de \varnothing de 6mm por donde se guiara la cadena de arrastre galvanizada DIN-766 de ¼ in. <li data-bbox="831 918 1359 1057">• Divisor: con la ayuda del divisor se divide el volante en 6 puntos para realizar el corte de las entradas, donde se guiaran las garruchas para el arrastre. <li data-bbox="831 1061 1359 1169">• Suelta: colocación de barras para la colocación de la manzana al centro del volante. <li data-bbox="831 1173 1359 1281">• Torneado: se realiza el torneado en la manzana del volante para la colocación del eje de transmisión. <li data-bbox="831 1330 1359 1438">• Prisionero: se perfora y con la ayuda de un machuelo para sacar rosca para un prisionero de 3/8 in. <li data-bbox="831 1487 1359 1554">• Pulido: se elimina aristas vivas y escoria de la suelta. |

Tabla 30.- *Proceso de fabricación de las garruchas.*

| ELEMENTO | PROCESO DE FABRICACIÓN |
|----------|------------------------|
|----------|------------------------|

Garruchas



- Se realiza una matriz para la fabricación de las garruchas determinadas en la sección 2.2.1.
- Trazado.- se traza las dimensiones de las garruchas en la platina.
- Corte.- se realiza los cortes de la platina.
- Limar.- se lima las aristas por donde hubo corte para eliminar aristas vivas.
- Doblado. Se da forma a las garruchas
- Corte: corte de platinas para las bases de las garruchas.
- Fresado.- se realiza el fresado de las platinas para que encaje la cadena. Permitiendo así el arrastre del sistema.
- Perforado.- se perfora para la colocación de pernos y juntas las dos caras de la garrucha.
- Pulido.- se realiza el pulido para eliminar toda clase de impurezas debido al trabajo realizado.

Tabla 31.- *Proceso de fabricación de los dispositivos de sujeción.*

| ELEMENTO | PROCESO DE FABRICACIÓN |
|----------|------------------------|
|----------|------------------------|

Dispositivos de sujeción



- Se realiza una matriz para la fabricación de los dispositivos de acuerdo a la geometría establecida en la sección 2.2.2.
- Corte.- se realiza los cortes de la varilla de acero inoxidable
- Limar.- limar para eliminar las aristas vivas producidas por el corte.
- Doblado. Se da forma a los dispositivos con la ayuda de la suelda autógena.
- Limado: se lima las partes por donde actuó la suelda autógena para eliminar restos.
- Corte: corte de platinas para las bases de los dispositivos para la sujeción con las garruchas.
- Limar: eliminar arista vivas de las platinas.
- Perforado.- se perfora para la colocación del perno para unir los dispositivos y las garruchas.

Tabla 32.- *Proceso de fabricación de la estructura de la máquina.*

| ELEMENTO | PROCESO DE FABRICACIÓN |
|---------------------------------|--|
| Estructura de la máquina | <ul style="list-style-type: none"> • Selección del perfil a usar de acuerdo a lo establecido en la sección 2.5. • Corte.- se realiza el corte de los |



perfiles

- Limado.- se elimina aristas vivas de todos los perfiles donde hubo corte.
- Suelda.- se realiza la suelda con el electrodo 6011 de 1/8, para la unión de los elementos.
- Pulido.- se realiza el pulido para eliminar escoria de la suelda e impurezas.
- Perforación.- de platinas para el acople del monorriel.
- Colocación de las platinas en la estructura para el ensamble del monorriel.
- Fondeado.- se realiza un fondeado para proteger a la estructura del ambiente corrosivo.
- Pintura.- se pinta con pintura anticorrosiva.

3.2. Montaje de la máquina

Una vez terminada la construcción de los elementos de la máquina se procede al montaje de todos los elementos, con la siguiente secuencia.

- Armado de los pórticos y ajuste de los pernos de sujeción.
- Colocación del monorriel, sujeción por medio de pernos a la estructura de la máquina.
- Armar las garruchas.- colocación de los rodamientos y dispositivos de carga sobre el monorriel.
- Colocación de la cadena de arrastre, junto con las garruchas y ajuste de pernos.

- Montaje de la transmisión de movimiento.
- Colocación de los ejes en las chumaceras.
- Colocación de los ejes con las chumaceras al volante de arrastre y volante guía.
- Ajuste de los prisioneros de los volantes.
- Cuadrar el volante de arrastre con las garruchas para el adecuado arrastre, ajuste hacia la estructura de la máquina.
- Colocación del volante guía y tensionar los elementos de sistema de arrastre.
- Colocación del motor reductor al eje del volante de arrastre, ajuste de los prisioneros.
- Montaje del motor, ajuste con los pernos a la base del motor.
- Colocación de la banda, ajuste y tensión apropiada de la banda de transmisión.
- Colocación de la base de la tina de escaldado.
- Montaje de la tina de escaldado sobre las bases.
- Colocación del intercambiador de calor.
- Colocación de los sellos, caucho interior de la tina entre el intercambiador de calor y la tina, el sello de asbesto al exterior entre la tina y la base de la chimenea.
- Colocación de la chimenea y ajustes de pernos.
- Ajuste de los pernos de acero inoxidable para evitar la fuga de agua.
- Colocación del termopozo, para la lectura de la temperatura.
- Realizar las conexiones para dar suministro de agua a la tina.
- Colocación de la válvula- flotador, para controlar el nivel de agua.
- Colocación del agitador y realizar la conexión de la manguera hacia el compresor de aire.
- Colocación de la llave para el desagüe de la tina.
- Colocación del recipiente contenedor del diesel en un lugar apartado para evitar contaminaciones.
- Colocación del quemador de diesel.
- Realizar las conexiones de las cañerías del recipiente hacia el quemador.

En la Figura 111 se muestra la máquina terminada con todos los sistemas y elementos mecánicos listos para el automatizado.

3.3. Instrumentación.

Para la automatización de la máquina se realiza un análisis de cómo actúan los sistemas con la señal de accionamiento, esto nos indica la Figura 110. El sensor de temperatura será el que de la señal hacia el PLC para que se encienda el quemador, el agitador y el

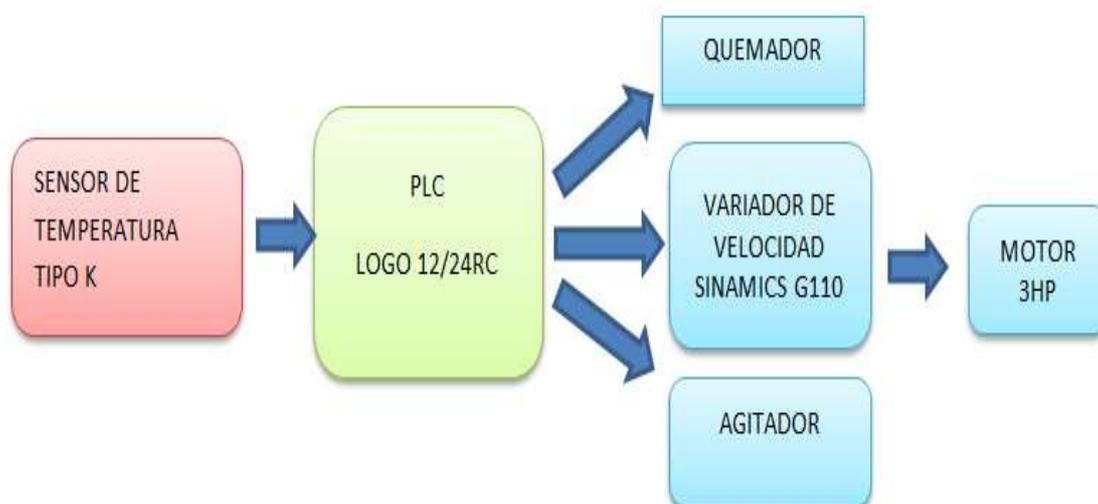


Figura 110.- Secuencia de accionamiento de los sistemas de la máquina



Figura 111.- Máquina y sus elementos mecánicos.

3.3.1. Sensor de temperatura Tipo K.

Siguiendo las indicaciones del fabricante se realiza el siguiente circuito para ser implantado al gabinete de control. Figursal12.

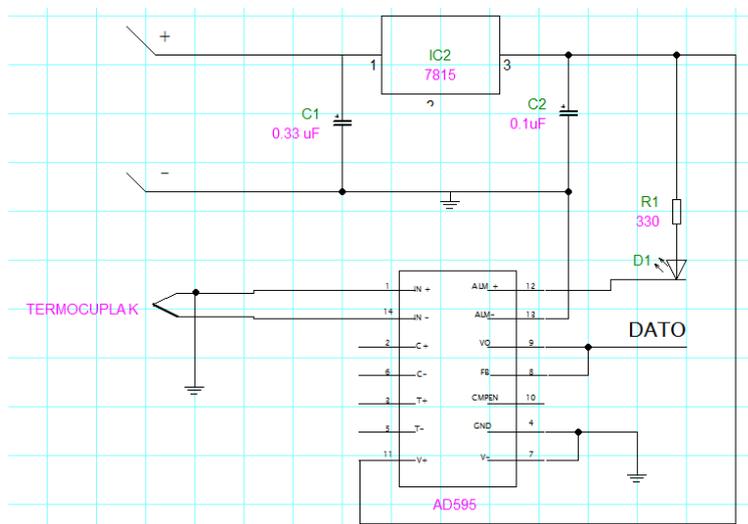


Figura 112.- Circuito para el acondicionamiento de señal del sensor.
Fuente: (Análogos, 99)

En la Figura 113 se indica como irán acoplados los elementos eléctricos en la placa.

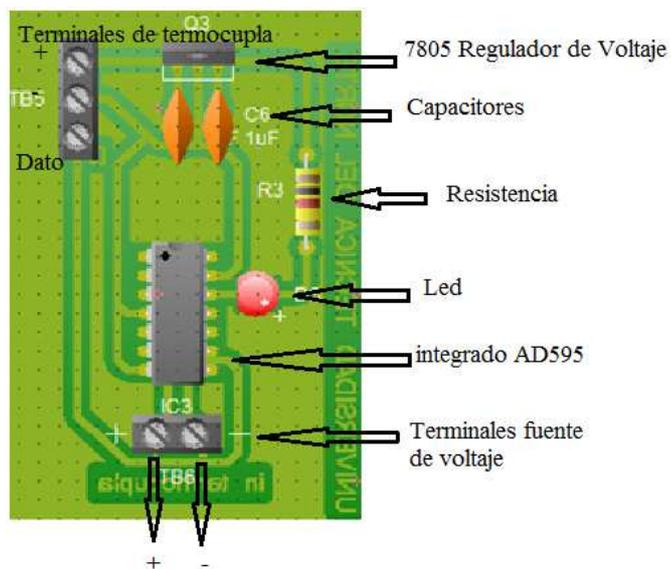


Figura 113.- Elementos eléctricos en la placa de acondicionamiento.



Figura 115. Diagrama de flujo de la máquina de escaldado de pollos

3.3.3. Programación del Variador de velocidad Sinamics G110 de Siemens.

Según el catalogo(Siemens, 2009) se debe configurar los siguientes parámetros para su funcionamiento; en la Figura 116se muestra las partes del variador.



Figura 116.- Variador de frecuencia Sinamics G110 de Siemens.

3.3.3.1. Parámetros de configuración para el arranque del variador SINAMICS G110.

Para configurar seguimos los siguientes pasos con los datos que proporciona la placa del motor:

- Presionamos el botón P del variador

Con los botones de navegación buscamos los parámetros siguientes.

- P010: buscamos la función 30 y aceptamos, esto permite resetear y poner los valores de fábrica.
- P010: buscar la función 1 y aceptamos, este permite entrar al modo de programar al variador.

- P100: nos pide en que unidades esta la potencia y la frecuencia de funcionamiento.
 - 0: Potencia en Kw y 50 Hz.
 - 1: Potencia en HP y 60 Hz.
 Seleccionamos el valor de 1 para potencia en Hp y frecuencia a 60 Hz.
- P0304: voltaje del motor según placa del motor: 360 V.
- P0305: corriente del motor según placa: 15 A
- P0307: Potencia nominal del motor: 3 HP
- P0310: frecuencia nominal del motor: 60 Hz.
- P0311: velocidad de giro del motor: 1410 rpm.
- P0700: control de fuente de comandos
 - 1: BOP: Botonera
 - 2: control por medio de los terminales
 - 5: Conexión USS
 Seleccionamos el valor de 2, para el uso de las borneras del variador.
- P1000: consigna de frecuencia.
 - 1: consigna BOP
 - 2: Consigna analógica
 - 3: frecuencia fija
 - 4: USS

Seleccionamos el parámetro 2 de consigna analógica para la conexión del potenciómetro a la bornera para variar la velocidad desde el potenciómetro.

- P1080: frecuencia mínima del motor, ajusta la frecuencia desde 0-650 Hz.
 Seleccionamos el valor de 4 Hz, velocidad mínima probada para el correcto escaldado de los pollos.
- P1082: frecuencia máxima del motor, ajusta la frecuencia desde 0-650 Hz.
 Seleccionamos el valor de 8 Hz, velocidad máxima para el escaldado.
- P1120: tiempo de aceleración, tiempo que tarda en acelerar desde 0 a la frecuencia máxima. Rango de 0 s a 650 s.
 Ajustamos en el valor de 10 s.
- P1124: tiempo de desaceleración, tiempo que demora en desacelerar de la frecuencia máxima a su estado de reposo. Rango de 650 s a 0 s.
 Ajustamos el valor de 10 s.

- P3900: Fin de la puesta de servicio rápido
0: fin de la puesta de servicio rápido.
- P010: escoger la opción 0 para guardar los cambios realizados
- Pulsamos el botón FN y está listo para arrancar.

3.3.4. Dimensionamiento del circuito de fuerza.

Para el dimensionamiento de los elementos del circuito de fuerza es necesario saber la tensión y corriente van a estar alimentados.

De acuerdo a las exigencias del fabricante de los elementos a poner como el variador de velocidad se necesita de un servicio trifásico de 220 V.

Según la Norma NEC establece que el conductor que alimenta a un equipo eléctrico de corriente alterna tiene que tener la capacidad no menor del 125% de la corriente nominal del equipo.

3.3.4.1. Dimensionamiento del conductor del motor.

Para lo cual nos basamos en la ecuación:

$$I = 1,25 * \frac{I_{nominal}}{Factor}$$

Dónde:

I= corriente para el dimensionamiento del motor.

I_{nominal}= corriente nominal del motor 15 A

Factor= 0,80

Se toma un factor de 0.80 de la Figura 117, que le corresponde al cableado de 4 a 6 cables por ducto.

$$I = 23.44 \text{ A}$$

| Cantidad de conductores | Factor de corrección (fn) |
|-------------------------|---------------------------|
| 4 a 6 | 0,8 |
| 7 a 24 | 0,7 |
| 25 a 42 | 0,6 |
| Sobre 42 | 0,5 |

Figura 117.- Factor de corrección de capacidad de transporte de corriente por cantidad de conductores en tubería.

Fuente: (Celsa, 2006)

Con la corriente calculada se basa en la Figura 118 para la selección del conductor del motor y se opta por el cable Sucre de 4 hilos 8 AWG con una capacidad de 28 A.

| Calibre AWG ó MCM | Sección mm ² | FORMACION | ESPEJOR AISLAMIENTO mm | ESPEJOR CHAQUETA mm | DIAMETRO EXTERNO mm | PESO TOTAL Kg/Km | Cap. de Corriente Para un cable al aire libre Amp. | Altern. de embal. |
|----------------------|----------------------------|--|------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|---|-------------------------|
| | | No. de Hilos por diámetro en mm. | | | | | | |
| 2 x 16 | 1.31 | 1 x 1,29 | 0.76 | 1.14 | 8.40 | 88.90 | 13 | A,Z |
| 2 x 14 | 2.08 | 1 x 1,63 | 1.14 | 1.14 | 10.30 | 143.00 | 18 | A,Z |
| 2 x 12 | 3.31 | 1 x 2,05 | 1.14 | 1.14 | 11.30 | 184.00 | 25 | A,Z |
| 2 x 10 | 5.26 | 1 x 2,59 | 1.14 | 1.14 | 12.50 | 243.00 | 30 | A,Z |
| 2 x 8 | 8.37 | 7 x 1,23 | 1.52 | 1.52 | 17.20 | 447.00 | 40 | A,Z |
| 2 x 6 | 13.30 | 7 x 1,55 | 1.52 | 1.52 | 19.20 | 606.00 | 55 | A,Z |
| 2 x 4 | 21.15 | 7 x 1,96 | 1.52 | 2.03 | 23.20 | 912.00 | 70 | A,Z |
| 2 x 2 | 33.62 | 7 x 2,47 | 1.52 | 2.03 | 26.10 | 1360.00 | 95 | A,Z |
| 2 x 1/0 | 53.49 | 19 x 1,89 | 2.03 | 2.03 | 29.80 | 1950.00 | 130 | A,Z |
| 3 x 16 | 1.31 | 1 x 1,29 | 0.76 | 1.14 | 9.10 | 112.50 | 10 | A,Z |
| 3 x 14 | 2.08 | 1 x 1,63 | 1.14 | 1.14 | 11.30 | 181.00 | 15 | A,Z |
| 3 x 12 | 3.31 | 1 x 2,05 | 1.14 | 1.14 | 12.30 | 234.00 | 20 | A,Z |
| 3 x 10 | 5.26 | 1 x 2,59 | 1.14 | 1.14 | 13.83 | 318.00 | 25 | A,Z |
| 3 x 8 | 8.37 | 7 x 1,23 | 1.52 | 1.52 | 18.20 | 551.00 | 35 | A,Z |
| 3 x 6 | 13.30 | 7 x 1,55 | 1.52 | 1.52 | 20.40 | 764.00 | 45 | A,Z |
| 3 x 4 | 21.15 | 7 x 1,96 | 1.52 | 2.03 | 24.50 | 1149.00 | 60 | A,Z |
| 3 x 2 | 33.62 | 7 x 2,47 | 1.52 | 2.03 | 27.60 | 1710.00 | 80 | A,Z |
| 3 x 1/0 | 53.49 | 19 x 1,89 | 2.03 | 2.03 | 31.50 | 2740.00 | 110 | A,Z |
| 4 x 16 | 1.31 | 1 x 1,29 | 0.76 | 1.14 | 9.70 | 130.60 | 8 | A,Z |
| 4 x 14 | 2.08 | 1 x 1,63 | 1.14 | 1.14 | 12.30 | 221.00 | 12 | A,Z |
| 4 x 12 | 3.31 | 1 x 2,05 | 1.14 | 1.14 | 13.30 | 286.00 | 16 | A,Z |
| 4 x 10 | 5.26 | 1 x 2,59 | 1.14 | 1.52 | 15.60 | 413.00 | 20 | A,Z |
| 4 x 8 | 8.37 | 7 x 1,23 | 1.52 | 1.52 | 20.10 | 696.00 | 28 | A,Z |
| 4 x 6 | 13.30 | 7 x 1,55 | 1.52 | 2.03 | 23.30 | 1007.00 | 36 | A,Z |
| 4 x 4 | 21.15 | 7 x 1,96 | 1.52 | 2.03 | 26.20 | 1413.00 | 48 | A,Z |
| 4 x 2 | 33.62 | 7 x 2,47 | 1.52 | 2.03 | 29.50 | 2120.00 | 64 | A,Z |
| 4 x 1/0 | 53.49 | 19 x 1,89 | 2.03 | 2.03 | 33.70 | 3350.00 | 88 | A,Z |

Figura 118.- Selección de cable según el amperaje

Fuente:(Cables, 2010)

3.3.4.2. Cálculo del conductor del quemador

Para el cálculo del conductor del quemador tenemos los siguientes datos:

Potencia: 155 W

Voltaje de alimentación: 110 V

Con esto determinamos la corriente que circula por el quemador

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = 1,40 A$$

Para cumplir con la norma que dice que se debe dimensionar con hasta el 125% de la corriente nominal, el factor es el mismo.

$$I = 1,25 * \frac{I_{nominal}}{Factor}$$

$$I = 2,18 A$$

El conductor que soporta los 2,18 A es el conductor 16 AWG, también tipo Sucre de 3 hilos.

3.3.4.3. *Cálculo del conductor del compresor.*

Para el cálculo del conductor del compresor tenemos los siguientes datos:

Potencia: 0,25 Hp = 0,187 kW

Voltaje de alimentación: 110 V

Con esto determinamos la corriente que circula por el quemador

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = 1,69 A$$

Para cumplir con la norma que dice que se debe dimensionar con hasta el 125% de la corriente nominal.

$$I = 1.25 * \frac{I_{nominal}}{Factor}$$

$$I = 2,64 A$$

El conductor que soporta los 2,11 A es el conductor 16 AWG, también tipo Sucre de 3 hilos.

3.3.4.4. Cálculo para el conductor de conexión general de la máquina.

Calculado las corrientes de los elementos se procese de a la suma de los mismos para determinar el calibre del cable de alimentación general de la máquina.

$$cable\ general = c\ motor + c\ del\ compresor + c\ del\ quemador$$

$$cable\ general = 23,44 A + 2,18 A + 2,64 A$$

$$cable\ general = 28,26 A$$

Con la Tabla 26 se procede a tomar el cable de 3 hilos de calibre 8 AWG que soporta 35 A.

3.3.5. Dimensionamiento de los contactores.

Para el dimensionamiento de los contactores debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Tipo de accionamiento
- Voltaje nominal
- Corriente nominal
- Categoría de utilización de la norma IEC
- Frecuencia
- Voltaje de aislamiento
- Voltaje de la bobina 220 V.

3.3.5.1. Dimensionamiento del contactor del motor.

Por seguridad se toma el valor de la corriente con el sobredimensionamiento del 125 % $I = 23,44 A$. En el Anexo 11 se determina escoger el contactor MC-32A.

3.3.5.2. *Dimensionamiento del contactor para el compresor y quemador.*

La corriente sobredimensionada del compresor es de $I = 2,64$ A y la del quemador de $I = 2,18$ A y se determina escoger el contactor MC-9B, que se detalla en el Anexo 12.

3.3.5.3. *Dimensionamiento del térmico del motor.*

El contactor térmico se destina a controlar el calentamiento de los arrollamientos del motor y abrir los contactos si la temperatura llega a su límite; se selecciona un térmico que tenga el rango de valores de la corriente nominal y la corriente sobredimensionada, este es el térmico MT-32/3K-25, Anexo 13.

3.3.5.4. *Dimensionamiento del disyuntor.*

Para el dimensionamiento del disyuntor se necesita la potencia total en watts, factor de servicio del 95 % y el voltaje para determinar la corriente y en función de esta determinar el disyuntor.

$$I = \frac{P_{total}}{1,732 * V * FP}$$

$$P_{total} = P_{motor} + P_{quemador} + P_{compresor}$$

$$P_{total} = 2,23kW + 0,18 W + 0,155 W$$

$$P_{total} = 2,566kW$$

$$I = \frac{2566 W}{1,732 * 220 V * 0,95}$$

$$I = 7,1 A$$

Se necesita para la protección de la máquina un disyuntor de 2 polos de 7,1 A, Anexo 14.

3.4. Montaje de los elementos eléctricos en la caja de control.

Para el montaje de los elementos en el gabinete se necesita realizar los siguientes pasos:

- Trazado, donde van a ir los elementos.
- Perforado, para introducir el riel DIN y los elementos de control.
- Limado.- eliminar aristas vivas.
- Colocación, poner en el lugar los elementos y ajustar.
- Cableado, realizar las conexiones como indica el Plano eléctrico.

En la Figura 119 muestra la caja de control con los elementos acoplados para su correcto funcionamiento.

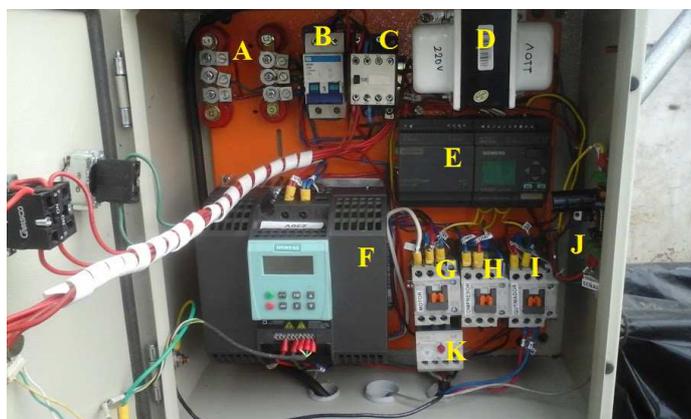


Figura 119.- Elementos eléctricos acoplados a la caja de control.

- A: líneas de voltaje de entrada.
- B: Disyuntor.
- C: Contactor para el encendido general.
- D: transformador de Voltaje de 220 V a 110 V para el Quemador.
- E: Fuente y Logo 12/24 RC.
- F: Variador de velocidad Sinamics G110.
- G: Contactor de accionamiento del motor.
- H: Contactor de Accionamiento del compresor.
- I: Contactor de accionamiento del quemador.
- J: Placa de acondicionamiento de señal de la termocupla.

En la Figura 120 se muestra los elementos eléctricos externos para el manejo de la máquina de escaldado de los pollos por inmersión.



Figura 120. Elementos externos para el control de la máquina.

A: Selector para en encendido apagado de la máquina.

B: Botón de inicio del proceso.

C: Botón de paro del proceso ó paro de emergencia.

D: Regulador de velocidad para el transporte de los pollos.

E: Luz piloto de encendido de la máquina.

F: Luz piloto está encendida cuando aún no se inicia el proceso o cuando se da el paro de emergencia.

G: Selector para el tipo de proceso del pollo.

3.5. Análisis de costos

A continuación se tiene un análisis económico que representó el diseño y construcción de la máquina escaldadora de pollos por inmersión; este análisis es muy importante ya que permite tener claridad acerca del costo que incurrió en el diseño y fabricación de la máquina y así determinar si es factible la implementación de la misma; como también el tiempo en que se recuperará el dinero invertido en la construcción de la máquina.

Los criterios para determinar el valor total son los siguientes:

- Costo de la estructura.
- Costo de los equipos eléctricos.
- Costo de los elementos de transmisión.
- Costo de los elementos para la automatización.
- Costo de materiales adicionales.
- Costo de manufactura

3.5.1. Costo de los materiales.

En el costo de materiales se toma en cuenta las varillas y planchas de acero inoxidable, platinas, perfiles, tubo galvanizado y pernos.

3.5.1.1. Costo de la estructura.

La Tabla 33 se detalla los costos de fabricación de la estructura.

Tabla 33. Costo de la estructura de la máquina.

| ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA | | | |
|--------------------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| MATERIAL | UNID. | COST.USD | T. USD. |
| PERFIL 50X100X2 | 5 | 20,52 | 102,6 |
| PERNOS | 24 | 0,4 | 9,6 |
| TUBO GALVANIZADO 1 1/2 in | 4 | 61,48 | 245,9 |
| PLANCHA ACERO INOXIDABLE A304 | 4 | 240 | 960 |
| VARRILLA DE 9 mm | 6 | 29,5 | 177 |
| PLATINA 25X12 mm | 8 | 6,5 | 52 |
| PERNOS DE AJUSTE DE 6 mm | 60 | 0,09 | 5,4 |
| PERNOS INOXIDABLE 9 mm | 18 | 2,5 | 45 |
| | | T. USD | 1597, |

3.5.1.2. Costo de los equipos eléctricos.

En la Tabla 34 se detallan la cantidad y el costo de cada elemento eléctrico que son utilizados en la máquina.

Tabla 34. Costos de los equipos eléctricos.

| EQUIPOS ELÉCTRICOS | | | |
|---|-----------------|-------------------|------------------|
| MATERIAL | UNIDADES | COSTO USD | TOTAL USD |
| MOTOR 3 HP | 1 | 200 | 200 |
| MOTOR REDUCTOR 40:1 | 1 | 85 | 85 |
| QUEMADOR DE DIESEL | 1 | 643,61 | 643,61 |
| VARIADOR DE VELOCIDAD SIEMENS G110 | 1 | 459 | 459 |
| LOGO SIEMENS 12/24 RC | 1 | 165 | 165 |
| FUENTE PODER LOGO | 1 | 112 | 112 |
| | | TOTAL USD. | 1664,61 |

3.5.1.3. Costo de elementos de transmisión de movimiento.

En la Tabla 35 se detalla el costo y cantidad de cada elemento mecánico para la transmisión de movimiento, las poleas una en la entrada el reductor y la otra en el motor, la banda usada para acoplar al reductor de velocidad con el motor, los volantes uno para el arrastre de todo el

sistema, el otro para la guía, la cadena galvanizada que se encuentra entre las garruchas para el arrastre, el eje y las chumaceras para el acople con los volantes.

Tabla 35. *Costos de los elementos de transmisión.*

| ELEMENTOS DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO | | | |
|--|-----------------|------------------|--------------|
| MATERIAL | UNIDADES | COSTO USD | TOTAL |
| BANDA EN V | 1 | 5 | 5 |
| POLEA DE 3 in | 1 | 3 | 3 |
| POLEA DE 5 in | 1 | 6 | 6 |
| VOLANTE GUIA | 1 | 40 | 40 |
| VOLANTE DE ARRASTRE | 1 | 250 | 250 |
| CADENA 1/4 GALVANIZADO (metros) | 8 | 4,5 | 36 |
| EJE DE TRANSMISION 1 1/2 in | 2 | 16,5 | 33 |
| CHUMACERAS 1 1/2 in | 4 | 13 | 52 |
| TOTAL USD | | | 425 |

3.5.1.4. Costo de los elementos de control.

Se detallan en la Tabla 36 los elementos de control que se utilizaron, la válvula flotador de 1/2 in que controla el ingreso y nivel del agua, la termocupla tipo K con su respectivo termopozo y el cable aislado para la conexión al tablero de control.

Tabla 36. *Costos de los elementos de control.*

| ELEMENTOS DE CONTROL | | | |
|------------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| MATERIAL | UNIDADES | COSTO USD | TOTALUSD |
| VALVULA FLOTADOR 1/2 in | 1 | 26,5 | 26,5 |
| TERMOCUPLA TIPO K + | 1 | 85 | 85 |
| CABLE PARA TERMOCUPLA | 4 | 4,4 | 17,6 |
| TRANSFORMADOR DE 220V/110V | 1 | 50 | 50 |
| CONTACTOR MC-09B | 2 | 14 | 28 |
| RELE TERMICO MT32/3K | 1 | 29,37 | 29,37 |
| CONTACTOR MC-32^a | 1 | 16,55 | 16,55 |
| TERMINALES | 36 | 0,06 | 2,16 |
| GABINETE 40X40X20 | 1 | 55,72 | 55,72 |
| SELECTOR 2 POSICIONES | 1 | 4,9 | 4,9 |
| LUZ PILOTO | 3 | 2,2 | 6,6 |
| BOTONERA EMPOTRABLE 15 A | 1 | 5,9 | 5,9 |
| RIEL DIN | 1 | 3,5 | 3,5 |
| CABLE 16 AWG | 20 | 0,38 | 7,6 |
| CABLE 8 AWG | 10 | 0,6 | 6 |
| | | TOTAL USD | 345,4 |

3.5.1.5. *Costo de materiales adicionales.*

En la Tabla 37 se muestran los valores y materiales que se usaron para las sueldas en hierro y acero inoxidable, discos que se usaron para el corte de perfiles y platinas, discos abrasivos para eliminar aristas vivas, thinner para la limpieza de la estructura.

Tabla 37. *Costo de materiales adicionales.*

| MATERIALES ADICIONALES | | | |
|--|-------------------|------------------|------------------|
| MATERIAL | UNIDADES | COSTO USD | TOTAL USD |
| ELECTRODO 6011 DE 1/8 | 2 | 22 | 44 |
| ELECTRODO PARA INOXIDABLE E308 -L16 | 2 | 64 | 128 |
| DISCO ABRASIVO | 6 | 2,85 | 17,1 |
| DISCO DE CORTE | 5 | 2,25 | 11,25 |
| THINNER (Lt) | 6 | 1,58 | 9,48 |
| TANQUE PARA EL COMBUSTIBLE | 1 | 25 | 25 |
| FILTRO DIESEL | 1 | 15 | 15 |
| CAÑERIAS | 5 | 6 | 30 |
| PINTURA GRIS ANTICORROSIVA | 2 | 6,7 | 13,4 |
| | TOTAL USD. | | 293,23 |

3.5.2. Costos de manufactura de la máquina.

3.5.2.1. *Costos de mano de obra de la estructura, tina de escaldado e intercambiador de calor.*

Se detalla el costo de mano de obra por operación de mecanizado, Tabla 38.

Tabla 38. *Costo de mano de obra.*

| COSTOS DE MANO DE OBRA ESTRUCTURA, TINA DE ESCALDADO E INTERCAMBIADOR DE CALOR | | | |
|---|--------------|------------------|------------------|
| OPERACIÓN | HORAS | COSTO USD | TOTAL USD |
| TRAZADO | 15 | 15 | 225 |
| CORTE PLANCHA INOXIDABLE | 6 | 15 | 90 |
| CORTE DE PERFILES | 4 | 6 | 24 |
| PULIDO | 6 | 3 | 18 |
| SUELDA | 10 | 25 | 250 |
| SUELDA INOXIDABLE | 15 | 35 | 525 |
| DOBLADO TINA | | 600 | 600 |
| PERFORADO | 5 | 5 | 25 |
| | | TOTAL USD | 1757 |

3.5.2.2. *Costos de mano de obra de la garrucha y dispositivos de carga.*

En la Tabla 39 se detalla el costo de mano de obra por mecanizado de las garruchas y dispositivos de sujeción.

Tabla 39. *Costo de mano de obra del sistema de transporte.*

| COSTOS DE MANO DE OBRA DE LA GARRUCHAS Y DISPOSITIVOS DE CARGA | | | |
|---|--------------|------------------|-----------------|
| OPERACIÓN | HORAS | COSTO USD | TOTALUSD |
| TRAZADO | 10 | 15 | 150 |
| CORTE | 20 | 5 | 100 |
| PULIDO | 10 | 3 | 30 |
| DOBLADO DE GARRUHAS | 30 | 8 | 240 |
| DOBLADO DE DISPOSITIVOS DE CARGA | 20 | 10 | 200 |
| PERFORADO | 5 | 5 | 25 |
| FRESADO | 15 | 15 | 225 |
| SUELDA INOXIDABLE | 8 | 35 | 280 |
| SUELDA | 10 | 20 | 200 |
| | | TOTAL USD | 1450 |

3.5.2.3. *Costos de mano de obra del monorriel.*

En la Tabla 40 se indica el valor del costo de mecanizado del monorriel

Tabla 40. *Costo de mano de obra del monorriel.*

| COSTOS DE MANO DE OBRA DEL MONORRIEL | | | |
|---|--------------|------------------|-----------------|
| OPERACIÓN | HORAS | COSTO USD | TOTALUSD |
| TRAZADO | 2 | 5 | 10 |
| CORTE | 2 | 5 | 10 |
| PULIDO | 1 | 3 | 3 |
| BAROLADO | 1 | 300 | 300 |
| SUELDA | 10 | 20 | 200 |
| TOTAL USD | | | 523 |

3.5.2.4. *Costo de alquiler de equipos y guía mecánica*

En la Tabla 41 se muestra el costo del alquiler de equipos y guía mecánica.

Tabla 41. *Costo de alquiler de equipos.*

| COSTOS DE ALQUILER DE EQUIPOS Y GUÍA MAESTRO | | | |
|---|--------------|------------------|-----------------|
| OPERACIÓN | HORAS | COSTO USD | TOTALUSD |
| EQUIPOS | 60 | 15 | 900 |
| GUÍA MECÁNICA | 50 | 20 | 1000 |
| TOTAL USD | | | 1900 |

3.5.3. **Costos totales del material de la máquina.**

El costo total de los materiales para la máquina de escaldado, se muestra en la Tabla 42.

Tabla 42. *Costo total de equipos y material eléctrico.*

| COSTO TOTAL EQUIPOS Y MATERIAL | |
|---------------------------------------|----------------|
| | USD |
| ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA | 1597,52 |
| EQUIPOS ELÉCTRICOS | 1664,61 |
| ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE | 425 |
| ELEMENTOS DE CONTROL | 345,4 |
| MATERIALES ADICIONALES | 293,23 |
| TOTAL USD | 4325,76 |

3.5.4. Costo total de mano de obra.

El costo total de la mano de obra está en la Tabla 43.

Tabla 43. *Costo total de la mano de obra.*

| COSTOS DE MANO DE OBRA | | | USD |
|---------------------------------|-------------|----------|-------------|
| ESTRUCTURA, | TINA | E | 1757 |
| GARRUCHAS Y DISPOSITIVOS | | | 1450 |
| MONORRIEL | | | 523 |
| EQUIPOS Y GUÍA | | | 1900 |
| TOTAL USD | | | 5630 |

3.5.5. Costo total de la máquina de escaldado de pollos.

Tabla 44. Costo total de la construcción de la escaldadora de pollos.

| COSTO TOTAL | |
|------------------------------|----------------|
| | USD |
| COSTO TOTAL EQUIPOS | 4325,76 |
| COSTO DE MANO DE OBRA | 5630 |
| TOTAL USD | 9955,76 |

La Tabla 44 indica el valor total de la máquina de escaldado de pollos por inmersión, a continuación se realiza un estudio de la factibilidad del diseño e implementación.

3.5.6. Rentabilidad de la implantación de la máquina de pollos por inmersión.

El VAN y el TIR son herramientas financieras que permiten evaluar la rentabilidad del proyecto

3.5.6.1. El VAN y TIR de la máquina de escaldado de pollos

El VAN nos permite saber si el proyecto es viable para su implementación.

$VAN < 0$ el proyecto no es rentable

$VAN > 0$ el proyecto es rentable

$VAN = 0$ el proyecto tiene que ser analizado para ser aceptado

El TIR es la tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje.

En la Tabla 45 se indica el análisis económico, costo de producción y mano de obra del faenado de pollos para obtener una utilidad mensual estimada en un periodo de un año.

Tabla 45.- *Análisis del procesamiento de pollos en un periodo de un año.*

FAENAMIENTO DE POLLOS MENSUAL

| MES | CANTIDAD POLLOS | COSTO UNIDAD USD | VENTA UNIDAD USD | COSTO DE MATERIA PRIMA USD | COSTO DE VENTA USD | PAGO DE MANO DE OBRA USD | UTILIDAD USD |
|--------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 2 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 3 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 4 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 5 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 6 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 7 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 8 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 9 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 10 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 11 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| 12 | 9000 | 3,5 | 3,98 | 31500 | 35820 | 2500 | 1820 |
| TOTAL AL AÑO USD. | | | | | | | 21840 |

En la Tabla 45 se muestra el flujo de dinero que representa la faena aproximada de 9000 de pollos mensuales en un periodo de un año, se estima tener una utilidad de \$1820 dólares americanos mensuales; este valor no ayuda para el cálculo del VAN y el TIR.

Como se puede apreciar en la Tabla 46 se obtiene una tasa interna de retorno de del 12,80% en un tiempo de 10 meses esto quiere decir que el presente proyecto que se realizó es factible y viable para la implementación y la realización del mismo, a partir del sexto mes el dinero que se invirtió en la máquina se recuperaría siendo este un buen tiempo para el negocio.

Tabla 46. Cálculo del VAN y el TIR, para determinar la rentabilidad y viabilidad del proyecto.

| FLUJO DE CAJA | |
|----------------------|--------------------|
| MES | USD |
| 0 | -9955,76 |
| 1 | 1820 |
| 2 | 1820 |
| 3 | 1820 |
| 4 | 1820 |
| 5 | 1820 |
| 6 | 1820 |
| 7 | 1820 |
| 8 | 1820 |
| 9 | 1820 |
| 10 | 1820 |
| TIR | 12,80% |
| VAN | \$ 1.227,35 |

Además de debería tomar en cuenta que para el cálculo de la utilidad neta se estimó la producción de 9000 pollos mensuales pudiendo esta variar de acuerdo a la demanda del mercado o temporada alta como en navidad que la producción se triplica, así reduciendo el tiempo para la recuperación del dinero invertido en la máquina de escaldado de pollos por inmersión.

Capítulo IV

4. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Con la implementación de la escaldadora de pollos por inmersión se estima mejorar la calidad del pollo faenado en la industria artesanal con un pollo que no tenga grandes roturas en la epidermis, de un color uniforme sin pigmentos en la epidermis producidas por la temperatura del agua, de bajo maltrato permitiendo que el pollo tenga más tiempo de conservación, de este modo se lograría tener una mejor competitividad con empresas que se dedican a procesamiento y mercadeo del pollo; además de tener un impacto positivo al medio ambiente debido al bajo consumo de agua para el escaldado en frente a las demás formas estudiadas.

Con la toma de datos de forma experimental se encontró los parámetros principales para un óptimo escaldado, los cuales son la temperatura del agua y el tiempo de escaldado, en este proceso se pudo observar que al realizar un escaldado a una temperatura elevada la epidermis del pollo sufre una cocción, al momento de realizar el desplume la piel se rompa de igual manera al escaldar a una baja temperatura la extracción de las plumas se dificulta y provocando en la piel del pollo pigmentos por la falta de transmisión de calor hacia los folículos.

Realizando un estudio de los diferentes métodos para el escaldado de pollos, se procedió a tomar características esenciales para realizar un diseño mecánico de la escaldadora para luego ser semi-automatizada.

Se construye toda la estructura y elementos mecánicos de la escaldadora de pollos para la producción en línea por inmersión de tal forma que cumpla con los parámetros establecidos para un óptimo escaldado. De esta manera se estima llegar a aumentar la producción de $80 \frac{\text{pollos}}{\text{hora}}$ a $400 \frac{\text{pollos}}{\text{hora}}$, debido a que en un ciclo que se demora un rango de 3,5 minutos transporta 30 pollos.

Se elabora un manual de usuario para el uso adecuado y el correcto funcionamiento de la máquina de escaldado de pollos por inmersión.

Recomendaciones

Una vez fabricada la escaldadora de pollos por inmersión se pudo observar que la tina de escaldado estuvo muy corta, si se desea mejorar aún más la producción se recomienda diseñar una tina de mayor longitud, logrando así aumentar la velocidad de transporte de los pollos por el monorriel.

Si se aumenta el tamaño de la tina de escaldado, de igual manera se debe aumentar la longitud del intercambiador de calor, logrando así aprovechar el calor generado por el quemador; debido a que en este diseño gran cantidad de calor es desprendida hacia el medio ambiente por la chimenea.

Para una mayor eficiencia energética se recomienda que la tubería de ingreso de agua y de aire sea enrollada a lo largo de la chimenea, para aprovechar el calor que se desprende hacia el medio ambiente.

Se recomienda que la caja de control deba estar lo más cerca posible al sensor de temperatura para no tener problemas con la lectura de datos del sensor.

Referencias

- ACEROS, J. (10 de 06 de 2016). *El portal del acero inoxidable*. Obtenido de <http://www.jnaceros.com.pe/blog/acero-inoxidable-introduccion/propiedades-representativas-de-los-aceros-inoxidables/>
- ACESCO. (2012). *Manual de Perfiles*. Malambo: Acesco.
- Agrarios, M. d. (2010). *Manual de Procedimiento de Faena de Aves*. Buenos Aires.
- Altamar, F. A. (10 de 08 de 2015 b). *Ciencia de los materiales*. Recuperado el 08 de 12 de 2015, de Materiales metalicos para uso en ingeniería: <http://slideplayer.es/slide/5508128/>
- Altamar, F. A. (10 de 08 de 2015 a). *Ciencia de los materiales*. Recuperado el 18 de 12 de 2015, de Materiales metalicos para uso en la ingenieria: <http://slideplayer.es/slide/5508128/>
- Amenabar. (2002). *Cadenas*. Álava: Amenabar.
- Análogos, D. (11 de 99). *AD595*. Recuperado el 12 de 12 de 2015, de Amplificador de temperatura monolitico: <https://www.sparkfun.com/datasheets/IC/AD595.pdf>
- Asahi. (2010). *Soporte con rodamiento*. Bilbao: Dinamica.
- Aviagen. (2010). *Pollo de carne, manual de manejo*. Barcelona: España.
- Avícola, E. S. (20 de 02 de 2014). *Uso eficiente del agua en plantas de faenamiento*. Recuperado el 23 de 10 de 2015, de <http://www.elsitioavicola.com/>: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2524/uso-eficiente-del-agua-en-plantas-de-faenamiento-1/>
- Básica, E. (2014). *Electrónica Básica*. Recuperado el 1 de 12 de 2015, de <http://www.electronica-basica.com/>: <http://www.electronica-basica.com/disyuntor-electrico.html>

- Bavareco, G. (2 de 2006). *Procedimiento para el diseño de ejes*. Recuperado el 3 de 10 de 2015, de <http://gabpingeneria.weebly.com/>:
http://gabpingeneria.weebly.com/uploads/2/0/1/6/20162823/diseo_de_ejes.pdf
- Cables, E. (2010). *Características Generales de los Conductores Eléctricos*. Quito: Disensa.
- Camsco. (2009). *Electrosa Control Industrial*. Recuperado el 6 de 12 de 2015, de electrosa-ecuador.es.tl: <http://electrosa-ecuador.es.tl/Camsco.htm>
- Celsa. (2006). *Conductores Eléctricos Lima*. Lima: Celsa.
- Coltech. (2009). *Sensores de nivel*. Recuperado el 5 de 12 de 2015, de <http://www.coltech.es/>:
<http://www.coltech.es/>
- Compresores, Z. (2014). *Compresores a pistón, transmisión de correas*, . Buenos Aires: Zebra Compresores.
- CONAVE. (2007). Condiciones del transporte. *Guías sobre buenas prácticas de producción avícola*.
- Conave. (12 de 05 de 2014). Consumo de pollos subió cinco veces más. *El Universo*.
- Consider, E. (2010). *Guía de referencia de rodamientos y transmisiones por banda*. Canadá: Emerson.
- Corp, A. (2006). *Contadores de 3 polos*. Recuperado el 10 de 12 de 2015, de <http://www.altechcorp.com/>: http://www.altechcorp.com/PDFS/Contactors_MC.pdf
- D`Ambros. (11 de 2012). *Electrónica General*. Recuperado el 21 de 11 de 2015, de electronicageneralenet1.blogspot.com:
<http://electronicageneralenet1.blogspot.com/2012/11/resistencias-dependientes-luz.html>.
- Dayco. (2010). *Catalogo de correas industriales*. Buenos Aires.: Aftermarket.
- Ecu-Red. (2015). *Reductores de Velocidad*. Recuperado el 5 de 12 de 2015, de <http://www.ecured.cu/>: http://www.ecured.cu/Reductor_de_velocidad

EDUPACK, C. (2009). *Material and Process Selection Charts*. Granta.

Feldman, P. (2000 a). *Guía de aplicación de buenas prácticas de manufactura. Faena y procesamiento de pollos parrilleros*. Buenos Aires.

Feldman, P. (2000 b). *Guía de aplicación de buenas prácticas de manufactura. Faena y procesamiento de pollos parrilleros*. Buenos Aires.

Giraldo, D. &. (1997). *Teoría de control*. Mexico: Prentice-Hall.

Guliáev, A. P. (20 de 11 de 2015). *Metales y su clasificación*. Recuperado el 16 de 12 de 2015, de <http://metales17.blogspot.com/2015/11/metales-y-si-clasificacion-de-los.html>

INDUMETAVI. (2015). *Maquinaria para la industria avícola*. Recuperado el 18 de 12 de 2015, de www.viarural.com.ar:
<http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/ganaderia/produccionavicola/insumosparaavicultura/indumetavi/transportador-aereo.htm>

Industrial, J. (2015). *Tabla de termopares*. Recuperado el 3 de 12 de 2015, de <https://www.jmi.com.mx>: <https://www.jmi.com.mx/sensores-de-temperatura/termopares.html>

Ingemecánica. (2010). *Correas Transmision, Cálculo y Diseño*. Recuperado el 18 de 12 de 2015, de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

Ingemecánica. (12 de 11 de 2015). *Resistencia mecánica a la fatiga*. Recuperado el 12 de 11 de 2015, de <http://ingemecanica.com/>:
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn217.html>

MAC, I. (2010). *Desplumadora rotativa tipo olla*. Recuperado el 25 de 10 de 2015, de <http://www.industriasmac.com/>:
http://www.industriasmac.com/html/Desplumadoras_paraPollo.php

- MAC, I. (2010). *Esacaladoras de aspas*. Recuperado el 25 de 10 de 2015, de www.industriasmac.com:
<http://www.industriasmac.com/html/Descripcion%20Escaladoras.htm>
- Martinez, A. (21 de 10 de 2011). *Evaluación del proceso ejecución de ayunos, tiempos de captura de pollo de engorde*. Recuperado el 25 de 10 de 2015, de Monografias.com:
<http://www.monografias.com/trabajos94/evaluacion-del-proceso-ejecucion-ayunos-tiempos-captura-pollo-engorde/evaluacion-del-proceso-ejecucion-ayunos-tiempos-captura-pollo-engorde2.shtml>
- NOSHOK. (22 de 09 de 2009). *Termómetros y Termopozos*. Recuperado el 03 de 12 de 2015, de <http://www.noshok.com/>:
http://www.noshok.com/emarketing/spanish_versions/press_release/20090922-termometros/20090922-termometros.html
- Nunes, F. (2008 a). *La Pre-Faena. Avicultura Ecuatoriana*.
- Nunes, F. (2008 b). *La Pre-Faena. Avicultura Ecuatoriana*.
- Nunes, F. (30 de 10 de 2014). *PreFaenamiento último día del pollo*. Recuperado el 20 de 10 de 2015, de El Sitio Avícola: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2618/prefaenamiento-el-aoltimo-daa-del-pollo/>
- Orellana Jarrin, J. (23 de 09 de 2014). *Análisis de la avicultura en Ecuador*. Recuperado el 25 de 10 de 2015, de El Agro: www.revistaelagro.com/
- Permuy, J. P. (2010). *INTRODUCCION AL DIMENSIONADO DEL ACERO ESTRUCTURAL*. Huelva: Universidad de Huelva.
- Pierre, J. (2015). *Manual de Aceros inoxidables*. Euro Inox.
- PINPOLLO. (04 de 2009). *Procesadora industrias de pollos C.A*. Recuperado el 23 de 10 de 2015, de <http://pinpolloca.blogspot.com/>:
<http://pinpolloca.blogspot.com/2009/04/evisceracion.html>

Potencia, P. M. (2014). *Poleas en "V"*. Bogotá: Intermec.

Poultry Dressing plant Scalding or Chicken Scalding. (10 de 2013). Recuperado el 25 de 10 de 2015, de www.alibaba.com:
http://in107567697.trustpass.alibaba.com/product/130925312-101439962/Poultry_Dressing_plant_Scalding_or_Chicken_Scalding.html

Rieléctrico. (23 de 10 de 2012). *Rieléctrico*. Recuperado el 2 de 12 de 2015, de reielectro.wordpress.com: <https://reielectro.wordpress.com/2012/10/23/resistencias-dependientes-ntc-y-ptc/>

SANITAT, C. D. (2010). *Guía del manipulador de alimentos*. Grupo en Globa.

Siemens. (2003). *Manual de Edición Logo*. Siemens AG.

Siemens. (2009). *Variador de Velocidad Sinamics G110*. Alemania: Siemens AG.

Silva, M. V. (2010). Aves de corral y productos avícolas. *Revisión del desarrollo avícola*.

SKF. (2015). *Rodamientos Skf*. Recuperado el 18 de 12 de 2015, de <http://www.skf.com/>:
<http://webtools3.skf.com/BearingCalc/selectCalculation.action>

Tecnologías Limpias. (19 de 01 de 2015). *Etapas del proceso de sacrificio de aves de corral*. Recuperado el 19 de 01 de 2015, de <http://www.tecnologiaslimpias.org/>:
http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/311107/311107_ee.htm

Temarios. (20 de 12 de 2014). *Temarios Formativos Profesionales*. Recuperado el 25 de 11 de 2015, de temariosformativosprofesionales.wordpress.com:
temariosformativosprofesionales.wordpress.com/2014/12/20/el-contactador/contactador/

Thermometrics. (2012). *Thermometrics Precision Temperature Sensors*. Recuperado el 3 de 12 de 2015, de <http://www.thermometricscorp.com/>:
<http://www.thermometricscorp.com/rtd.html>

Truper. (2015). *Valvula Flotador*. Recuperado el 4 de 12 de 2015, de ferreteria-t.com:
http://ferreteria-t.com/index.php?route=product/product&product_id=6306

Valenti, M. (09 de 2013). *Metalúrgica Valenti*. Recuperado el 22 de 10 de 2015, de <http://www.metalurgicavalenti.com.ar/>: <http://www.metalurgicavalenti.com.ar/tanque-escaldador.html>

Vemacero. (2014). *Tubería de acero al carbono*. Barquisimeto.

vigas, P. y. (2014). *Perfiles y Vigas*. Recuperado el 16 de 02 de 2016, de <http://www.perfilesyvigas.com/productos/perfiles>

Weg. (2010). *Baja Tensión Catálogo de Motores*. Brasil: Weg.

Anexos

Anexo 1.- Amonio cuaternario



Amonio Cuaternario Ò

Cloruro de Alquil Dimetil Bencil Amonio
Desinfectante
Uso externo, Tópico

Reg. N°. 2A 7563 AGROCALIDAD

Distribuido por:

Elaborado por:



Composición:

Cada 1000 ml contiene:

| | |
|---|---------|
| Cloruro de alquil dimetil bencil amonio | 200 g |
| Excipiente c.s.p. | 1000 ml |

Propiedades:

El Amonio Cuaternario Ò es un desinfectante enérgico, de acciones germicida y bactericida. Sus efectos como esterilizante están sobradamente demostrados debido a su poder tensoactivo, o sea la propiedad que posee de reducir la tensión superficial de los líquidos y de permitir su extensión perfecta sobre las superficies lisas y su penetración en el interior de las porosas.

Indicaciones:

- Como microbicida, germicida y bactericida.
- Como humectante, desodorante y desinfectante general.

Dosis y Vía de Administración:

Es necesario proceder a una limpieza cuidadosa de lo que se desee desinfectar.

| Dosis | Modo de uso |
|--------------------------------|---|
| Soluciones de 1 ml por litro | Enjuagado de los locales. Desinfección de instrumental médico. |
| Soluciones de 2.5 ml por litro | Desinfección de jaulas de peluquería canina. Para aplicaciones sobre heridas, escoriaciones, empapandolas con cuidado. |
| Soluciones de 4 ml por litro | Desinfección de jaulas de hospitalización y pisos del hospital. |

Presentación:

- Envase x 1 Lt
- Envase x 5 Lt
- Envase x 25 Lt

Anexo 2.- Selección del material, acero inoxidable 304

| Número AISI-SAE de aleación | Composición química, % en peso | Tratamiento | Resistencia a la tensión, MPa | Límite elástico, MPa | Alargamiento, % | Aplicaciones típicas |
|---|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|---|
| Aceros inoxidables ferríticos | | | | | | |
| 430 | 17Cr, 0,012C | Recocido | 517 | 345 | 25 | Aplicaciones generales, no endurecible; usos: vehículos, equipamiento de restaurantes |
| 446 | 25Cr, 0,20C | Recocido | 552 | 345 | 20 | Aplicaciones a alta temperatura, calentadores. |
| Aceros inoxidables martensíticos | | | | | | |
| 410 | 12,5Cr, 0,15C | Recocido | 517 | 276 | 30 | Termotratables de uso general, piezas de máquinas, válvulas. |
| 440* | 17Cr, 0,70C | Recocido Temp. y rev. | 724 1828 | 414 1690 | 20 5 | Cuchillería, cojinetes, herramientas quirúrgicas. |
| 440C | 17Cr, 1,1C | Recocido Temp. y rev. | 759 1966 | 276 1897 | 13 2 | Balas, cojinetes, anillos-guía, piezas de válvulas |
| Aceros inoxidables austeníticos | | | | | | |
| 301 | 17Cr, 7Ni | Recocido | 759 | 276 | 60 | Aleación de alto grado de endurecimiento por acritud. |
| 304 | 19Cr, 10Ni | Recocido | 580 | 290 | 55 | Equipamiento químico y de procesado de alimentos. |
| 304L | 19Cr, 10Ni, 0,03C | Recocido | 559 | 269 | 55 | Bajo carbono para soldadura, depósitos químicos. |
| 321 | 18Cr, 10Ni, Ti=5x%C min | Recocido | 621 | 241 | 45 | Aceros estabilizados para soldaduras; equipos de fabricación de vasijas a presión. |
| 347 | 18Cr, 10Ni, Nb=10x%Cmin | Recocido | 655 | 276 | 45 | Aceros estabilizados para soldaduras; vagones cisterna para productos químicos. |
| Aceros inoxidables endurecidos por precipitación | | | | | | |
| 17-4PH | 16Cr, 4Ni, 4Cu, 0,03Nb | Endurecidos por precipitación | 1311 | 1207 | 14 | Engranajes, levas, ejes, piezas de turbinas y aeronaves. |

Anexo 3.- Propiedades mecánicas del acero inoxidable.

| COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES Y OTROS MATERIALES MÁS TRADICIONALES | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| Características mecánicas | AISI 430 | AISI 304 | Acero galvanizado | Aluminio | Cobre | Zinc |
| Resistencia a tracción N/mm ² | 540 | 600 | 600 | 90/13 | 160/320 | 220 |
| Límite Elástico a tracción N/mm ² | 245 | 195 | 195 | 70/90 | 130/200 | 120 |
| Alargamiento (%) | 18 | 45 | 45 | 15 | 15 | 20 |

Anexo 4.- Propiedades del tubo de acero galvanizado

| DIMENSIONES | | | | PROPIEDADES | | | |
|--------------------------|-----------|----------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| DIAMETRO EXTERIOR | | ESPESOR | PESO | AREA | I | W | I |
| D | | e | P | A | | | |
| Pulg. | mm | mm | Kg/m | cm² | cm³ | cm³ | cm |
| 1" | 25.40 | 1.80 | 1.09 | 1.34 | 0.93 | 0.73 | 0.83 |
| 1" | 25.40 | 2.00 | 1.21 | 1.47 | 1.01 | 0.79 | 0.83 |
| 1 1/4" | 31.75 | 1.80 | 1.37 | 1.69 | 1.90 | 1.20 | 1.06 |
| 1 1/4" | 31.75 | 2.00 | 1.52 | 1.87 | 2.07 | 1.30 | 1.05 |
| 1 1/2" | 38.10 | 1.80 | 1.65 | 2.05 | 3.38 | 1.78 | 1.28 |
| 1 1/2" | 38.10 | 2.00 | 1.84 | 2.27 | 3.70 | 1.94 | 1.28 |
| 1 3/4" | 44.45 | 1.80 | 1.98 | 2.41 | 5.48 | 2.47 | 1.51 |
| 1 3/4" | 44.45 | 2.00 | 2.20 | 2.67 | 6.01 | 2.70 | 1.50 |
| 1 7/8" | 47.63 | 1.80 | 2.11 | 2.59 | 6.80 | 2.86 | 1.62 |
| 1 7/8" | 47.63 | 2.00 | 2.34 | 2.87 | 7.46 | 3.13 | 1.61 |
| 2" | 50.80 | 1.80 | 2.22 | 2.77 | 8.32 | 3.27 | 1.73 |
| 2" | 50.80 | 2.00 | 2.48 | 3.07 | 9.13 | 3.59 | 1.73 |
| 2 3/8" | 60.33 | 2.00 | 2.92 | 3.67 | 15.58 | 5.17 | 2.06 |
| 2 1/2" | 63.50 | 2.00 | 3.09 | 3.86 | 18.27 | 5.75 | 2.17 |
| 2 7/8" | 73.03 | 2.00 | 3.56 | 4.46 | 28.14 | 7.71 | 2.51 |
| 3" | 88.90 | 2.00 | 4.35 | 5.46 | 51.54 | 11.60 | 3.07 |
| 4" | 114.30 | 2.00 | 5.67 | 7.06 | 111.23 | 19.46 | 3.97 |

Series Trifásicos Cerrados - W21

Estándar

| Potencia kW | Corriente nominal en 380V A | Corriente con rotor bloqueado Ip / In | Momento Nominal Cn (NM) | Momento con rotor bloqueado Cp / Cn | Momento máximo Cmax. Cn | 380 V | | | | | | Factor de servicio F.S. | Mo de J |
|----------------|--------------------------------------|--|----------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------|------|-------------------------------|------|------|------|-------------------------------|---------------|
| | | | | | | Rendimiento η % | | Factor de Potencia Cos ϕ | | | | | |
| | | | | | | % de la potencia nominal | | | | | | | |
| | | 50 | 75 | 100 | 50 | 75 | 100 | | | | | | |
| 75 | 0,44 | 3,5 | 0,82 | 2 | 2,2 | 45 | 54 | 57 | 0,49 | 0,61 | 0,72 | 1,00 | 0,1 |
| 60 | 0,64 | 3,4 | 1,29 | 2 | 2,2 | 46 | 54 | 58 | 0,49 | 0,63 | 0,74 | 1,00 | 0,1 |
| 15 | 0,94 | 5 | 1,64 | 3,1 | 3,1 | 52 | 60 | 62 | 0,44 | 0,54 | 0,65 | 1,00 | 0,1 |
| 10 | 0,85 | 3,5 | 1,77 | 1,9 | 2,1 | 50 | 55 | 59 | 0,5 | 0,65 | 0,76 | 1,00 | 0,1 |
| 20 | 1,19 | 3,7 | 2,66 | 2 | 2 | 55 | 60 | 62 | 0,5 | 0,63 | 0,76 | 1,00 | 0,1 |
| 85 | 1,71 | 5 | 3,8 | 2,8 | 2,9 | 66 | 70,5 | 72 | 0,45 | 0,58 | 0,68 | 1,00 | 0,1 |
| 10 | 1,50 | 4,7 | 3,74 | 2,1 | 2,2 | 58,5 | 66,3 | 68 | 0,54 | 0,7 | 0,82 | 1,00 | 0 |
| 95 | 1,95 | 5 | 5,04 | 2,3 | 2,2 | 64,5 | 71 | 72 | 0,55 | 0,7 | 0,81 | 1,00 | 0,1 |
| 20 | 2,75 | 5,6 | 7,42 | 2,3 | 2,4 | 70 | 76 | 77 | 0,55 | 0,69 | 0,79 | 1,00 | 0,1 |
| 10 | 3,52 | 5,5 | 9,96 | 2,3 | 2,4 | 76,5 | 78,5 | 79 | 0,58 | 0,73 | 0,82 | 1,00 | 0,1 |
| 10 | 3,52 | 5,5 | 9,96 | 2,3 | 2,4 | 76,5 | 78,5 | 79 | 0,58 | 0,73 | 0,82 | 1,00 | 0,1 |
| 10 | 5,46 | 5,8 | 14,94 | 2,7 | 2,5 | 75 | 76,5 | 76,5 | 0,57 | 0,71 | 0,8 | 1,00 | 0,1 |
| 10 | 5,00 | 5,6 | 14,94 | 2,4 | 2,6 | 80,5 | 81,5 | 81,5 | 0,6 | 0,74 | 0,82 | 1,00 | 0,1 |
| 50 | 8,81 | 6 | 20,07 | 2,8 | 3 | 80 | 81 | 82,6 | 0,57 | 0,72 | 0,81 | 1,00 | 0,1 |
| 90 | 8,93 | 6,7 | 27,79 | 2,6 | 2,6 | 81,5 | 82,2 | 82 | 0,64 | 0,76 | 0,83 | 1,00 | 0,1 |

Anexo 6.- Diámetro de tubo para el agitador.



INOXIDABLES

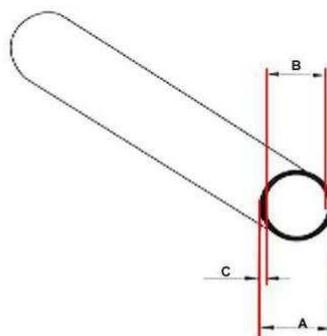
Tubos y Conexiones de Acero Inoxidable

SERIE INDUSTRIAL SCH. 5S / 10S

DIMENSIONES SEGÚN ANSI-B 36.19
ASTM A-269 / A-312

TUBOS CON COSTURA

- Acero inoxidable AISI 304
- Con costura
- Normas ASTM A-269 / A-312
- ANSI-B 36.19
- Acabamiento mate



| DN (Inch.) | SCHEDULE 5S | | | | SCHEDULE 10S | | | |
|---------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | Ø Ext. A (mm.) | Ø Int. B (mm.) | Espesor Pared C (mm.) | Kg. / Metro | Ø Ext. A (mm.) | Ø Int. B (mm.) | Espesor Pared C (mm.) | Peso Kg. / Metro |
| 1/2" | 21.30 | 18.03 | 1.65 | 0.80 | 21.30 | 17.12 | 2.11 | 1.00 |
| 3/4" | 26.70 | 23.37 | 1.65 | 1.03 | 26.70 | 22.45 | 2.11 | 1.28 |
| 1" | 33.40 | 30.10 | 1.65 | 1.30 | 33.40 | 27.86 | 2.77 | 2.08 |
| 1,1/2" | 48.30 | 44.96 | 1.65 | 1.91 | 48.30 | 42.72 | 2.77 | 3.11 |
| 2" | 60.30 | 57.02 | 1.65 | 2.40 | 60.30 | 54.78 | 2.77 | 3.93 |
| 3" | 88.90 | 84.68 | 2.11 | 4.51 | 88.90 | 82.80 | 3.05 | 6.44 |
| 4" | 114.30 | 110.08 | 2.11 | 5.83 | 114.30 | 108.20 | 3.05 | 8.32 |

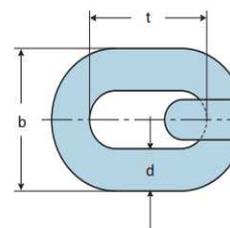
Dirección: Avda. Eusebio Ayala N° 3747 Asunción - Paraguay
Teléfonos: (595-21) 606-843 • Fax: (595-21) 606-012 • C.R. 01910

WWW.PROVINDUS.COM.PY

provindus@provindus.com.py

Anexo 7.- Selección de la cadena de arrastre.

| Cadena DIN-766 | | | | | | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|
| Diámetro d | | Paso t | | Ancho Exterior b | | Peso. | Coef. seg. crg. trab. máxima | | Carga de prueba | Carga de rotura |
| mm. | inches | mm. | inches | mm. | inches | Kg./m. | 4:1 Kg | 5:1 Kg | Kg. | Kg. |
| 4 | 5/32 | 16 | 0,630 | 14 | 0,551 | 0,32 | 185 | 150 | 370 | 750 |
| 5 | 3/16 | 18,5 | 0,728 | 17 | 0,689 | 0,52 | 275 | 220 | 550 | 1.100 |
| 6 | 7/32 | 18,5 | 0,728 | 20 | 0,787 | 0,78 | 400 | 320 | 800 | 1.600 |
| 7 | 1/4 | 22 | 0,866 | 23 | 0,906 | 1,- | 575 | 460 | 1.150 | 2.300 |
| 8 | 5/16 | 24 | 0,945 | 26 | 1,024 | 1,40 | 750 | 600 | 1.500 | 3.000 |
| 9 | 11/32 | 27 | 1,063 | 30 | 1,181 | 1,75 | 950 | 760 | 1.900 | 3.800 |
| 10 | 3/8 | 28 | 1,102 | 34 | 1,339 | 2,25 | 1.175 | 940 | 2.350 | 4.700 |
| 12 | 15/32 | 34 | 1,339 | 40 | 1,575 | 3,25 | 1.675 | 1.340 | 3.350 | 6.700 |
| 13 | 1/2 | 36 | 1,417 | 44 | 1,732 | 3,84 | 1.975 | 1.580 | 3.950 | 7.900 |
| 14 | 9/16 | 41 | 1,614 | 47 | 1,850 | 4,45 | 2.300 | 1.840 | 4.600 | 9.200 |
| 16 | 5/8 | 45 | 1,772 | 54 | 2,126 | 5,80 | 3.000 | 2.400 | 6.000 | 12.000 |



empleo principal: Usos navales, transportadores continuos, elevadores de cangilones y minería, ascensores, pesqueros, y usos generales.

Anexo 8.- Rodamiento del rodamiento UC210.

RODAMIENTO INSERTO

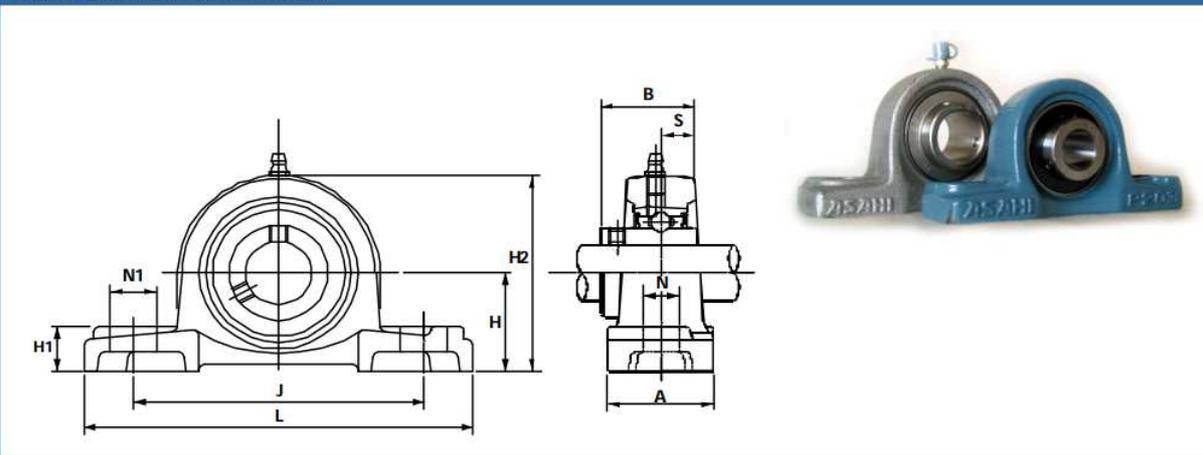
PROPIEDADES

| Referencia | d | D | B | C | r | S | S1 | S2 | ds | Ca | d4 | Carga (kN) | | Peso (Kg) |
|------------|----|-----|------|----|----|------|------|----|----------|----|------|-------------|--------------|-----------|
| | | | | | | | | | | | | Dinámica Cr | Estática Cor | |
| | | | | | | | | | | | | (mm) | (mm) | |
| UC201 | 12 | 47 | 31 | 17 | 1 | 12,7 | 18,3 | 45 | M 6x0,75 | 45 | 29 | 12,8 | 66 | 0,21 |
| UC202 | 15 | 47 | 31 | 17 | 1 | 12,7 | 18,3 | 45 | M 6x0,75 | 45 | 29 | 12,8 | 66 | 0,19 |
| UC203 | 17 | 47 | 31 | 17 | 1 | 12,7 | 18,3 | 45 | M 6x0,75 | 45 | 29 | 12,8 | 66 | 0,18 |
| UC204 | 20 | 47 | 31 | 17 | 15 | 12,7 | 18,3 | 45 | M 6x0,75 | 45 | 29 | 12,8 | 66 | 0,16 |
| UC205 | 25 | 52 | 34 | 17 | 15 | 14,3 | 19,7 | 5 | M 6x0,75 | 45 | 34 | 14,0 | 79 | 0,19 |
| UC206 | 30 | 62 | 38,1 | 19 | 15 | 15,9 | 22,2 | 5 | M 6x0,75 | 51 | 40,5 | 19,6 | 11,3 | 0,31 |
| UC207 | 35 | 72 | 42,9 | 20 | 2 | 17,5 | 25,4 | 6 | M 8x1 | 58 | 48 | 25,9 | 15,4 | 0,48 |
| UC208 | 40 | 80 | 49,2 | 21 | 2 | 19 | 30,2 | 8 | M 8x1 | 62 | 53 | 29,3 | 17,9 | 0,62 |
| UC209 | 45 | 85 | 49,2 | 22 | 2 | 19 | 30,2 | 8 | M 8x1 | 65 | 57,3 | 33,0 | 20,5 | 0,67 |
| UC210 | 50 | 90 | 51,6 | 23 | 2 | 19 | 32,6 | 9 | M10x1,25 | 65 | 63 | 35,5 | 23,2 | 0,78 |
| UC211 | 55 | 100 | 55,6 | 24 | 25 | 22 | 33,4 | 9 | M10x1,25 | 73 | 70 | 43,0 | 29,4 | 1,03 |
| UC212 | 60 | 110 | 65,1 | 26 | 25 | 25,4 | 39,7 | 10 | M10x1,25 | 77 | 77 | 52,5 | 36,1 | 1,45 |

Anexo 9.-Chumacera UCP210

UCP 200 / MUCP 200

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES



SERIE STANDARDUCP

Soporte de fundición - Rodamiento de Acero

| Referencia | Ø e β (mm) | H (mm) | L (mm) | J (mm) | A (mm) | N (mm) | N1 (mm) | H1 (mm) | H2 (mm) | β (mm) | 5 (mm) | Tornillo | Roda- miento | Soporte | Peso (Kg) |
|------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-----------------|---------|--------------|
| UCP201 | 12 | 30.2 | 127 | 95 | 38 | 13 | 19 | 15 | 62 | 31 | 12.7 | M10 | UC 201 | P203 | 0.65 |
| UCP202 | 15 | 30.2 | 127 | 95 | 38 | 13 | 19 | 15 | 62 | 31 | 12.7 | M10 | UC 202 | P203 | 0.63 |
| UCP203 | 17 | 30.2 | 127 | 95 | 38 | 13 | 19 | 15 | 62 | 31 | 12.7 | M10 | UC 203 | P203 | 0.62 |
| UCP204 | 20 | 33.3 | 127 | 95 | 38 | 13 | 19 | 15 | 65 | 31 | 12.7 | M10 | UC 204 | P204 | 0.65 |
| UCP205 | 25 | 36.5 | 140 | 105 | 38 | 13 | 16 | 16 | 70 | 34 | 14.3 | M10 | UC 205 | P205 | 0.79 |
| UCP206 | 30 | 42.9 | 165 | 121 | 48 | 17 | 21 | 18 | 83 | 38.1 | 15.9 | M14 | UC 206 | P206 | 1.3 |
| UCP207 | 35 | 47.6 | 167 | 127 | 48 | 17 | 21 | 19 | 94 | 42.9 | 17.5 | M14 | UC 207 | P207 | 1.6 |
| UCP208 | 40 | 49.2 | 184 | 137 | 54 | 17 | 25 | 19 | 100 | 49.2 | 1.9 | M14 | UC 208 | P208 | 1.9 |
| UCP209 | 45 | 54 | 190 | 146 | 54 | 17 | 22 | 20 | 108 | 49.2 | 1.9 | M14 | UC 209 | P209 | 2.2 |
| UCP210 | 50 | 57.2 | 206 | 159 | 60 | 20 | 25 | 22 | 114 | 51.6 | 1.9 | M15 | UC 210 | P210 | 2.6 |
| UCP211 | 55 | 63.5 | 219 | 171 | 60 | 20 | 25 | 22 | 126 | 55.6 | 22.2 | M16 | UC 211 | P211 | 3.3 |
| UCP212 | 60 | 69.8 | 241 | 184 | 70 | 20 | 25 | 25 | 138 | 65.1 | 25.4 | M16 | UC 212 | P212 | 4.7 |
| UCP213 | 65 | 76.2 | 265 | 203 | 70 | 25 | 29 | 27 | 150 | 65.1 | 25.4 | M20 | UC 213 | P213 | 5.6 |

Anexo10.- Banda de transmisión de potencia en V

SECCIÓN "B" (17 x 11 mm.)

| TIPO | DESARROLLO INTERIOR mm. | DESARROLLO PRIMITIVO mm. |
|-------------|--------------------------------|---------------------------------|
| B21 | 533 | 576 |
| B22 | 559 | 602 |
| B22,50 | 572 | 615 |
| B23 | 584 | 627 |
| B24 | 610 | 653 |
| B25 | 635 | 678 |
| B26 | 660 | 703 |
| B27 | 686 | 729 |
| B28 | 711 | 754 |
| B28,50 | 724 | 767 |
| B29 | 737 | 780 |
| B29,50 | 749 | 792 |
| B30 | 762 | 805 |
| B30,50 | 775 | 818 |
| B31 | 787 | 830 |
| B31,50 | 800 | 843 |
| B32 | 813 | 856 |
| B32,25 | 819 | 862 |
| B32,50 | 826 | 869 |
| B33 | 838 | 881 |
| B33,50 | 851 | 894 |
| B34 | 864 | 907 |
| B34,50 | 876 | 919 |
| B35 | 889 | 932 |
| B35,50 | 902 | 945 |
| B35,75 | 908 | 951 |
| B36 | 914 | 957 |
| B36,50 | 927 | 970 |

Anexo 11.- Selección del contactor para el motor.

Contactors

3 Pole / Frame Size 40AF / 65F



includes 2 x UA-1-11
Auxiliary switch,
(2NO/2NC)

*Additional Auxiliaries
and other accessories
see page 11-13*



includes 2 x UA-1-11
Auxiliary switch,
(2NO/2NC)

*Additional Auxiliaries
and other accessories
see page 11-13*

40AF

| | MC-32A | MC-40A |
|----------------------|---------|---------|
| Type | | |
| Number of Poles | 3 | 3 |
| NEMA Size | 1 | 1 |
| Standard Auxiliaries | 2NO/2NC | 2NO/2NC |

65AF

| | MC-50A* | MC-65A* |
|----------------------|---------|---------|
| Type | | |
| Number of Poles | 3 | 3 |
| NEMA Size | 2 | 2 |
| Standard Auxiliaries | 2NO/2NC | 2NO/2NC |

| | Coil Voltage | Frequency | Part. No. | Part. No. | Part. No. | Part. No. |
|----------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| AC Coil | 24V | 50/60 Hz | MC-32A-AC24V | MC-40A-AC24V | MC-50A-AC24V | MC-65A-AC24V |
| | 120V | 50/60 Hz | MC-32A-AC120V | MC-40A-AC120V | MC-50A-AC120V | MC-65A-AC120V |
| | 208V | 60 Hz | MC-32A-AC208V | MC-40A-AC208V | MC-50A-AC208V | MC-65A-AC208V |
| | 230V | 50/60 Hz | MC-32A-AC230V | MC-40A-AC2300V | MC-50A-AC230V | MC-65A-AC230V |
| | 480V | 60 HZ | MC-32A-AC480V | MC-40A-AC480V | MC-50A-AC480V | MC-65A-AC480V |

Anexo 12.- Selección del contactor del quemador y compresor.

Contactors

3 Pole / Frame Size 22AF








includes UA-1-11
Auxiliary switch,
(1NO/1NC)

Additional Auxiliaries
and other accessories
see page 11-13

| Type | MC-9B | MC-12B | MC-18B | MC-22B |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| Number of Poles | 3 | 3 | 3 | 3 |
| NEMA Size | 00 | 00 | 0 | 1 |
| Standard Auxiliaries | 1NO/1NC | 1NO/1NC | 1NO/1NC | 1NO/1NC |

| | Coil Voltage | Frequency | Part. No. | Part. No. | Part. No. | Part. No. |
|----------------|--------------|-----------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| AC Coil | 24V | 50/60 Hz | MC-9B-AC24V | MC-12B-AC24V | MC-18B-AC24V | MC-22B-AC24V |
| | 120V | 50/60 Hz | MC-9B-AC120V | MC-12B-AC120V | MC-18B-AC120V | MC-22B-AC120V |
| | 208V | 60 Hz | MC-9B-AC208V | MC-12B-AC208V | MC-18B-AC208V | MC-22B-AC208V |
| | 230V | 50/60 Hz | MC-9B-AC230V | MC-12B-AC230V | MC-18B-AC230V | MC-22B-AC230V |
| | 480V | 60 Hz | MC-9B-AC480V | MC-12B-AC480V | MC-18B-AC480V | MC-22B-AC480V |

Anexo13.- Selección del térmico para la protección del motor.

Overload Relays

(Class 10A,
Differential Typical)



MT-32

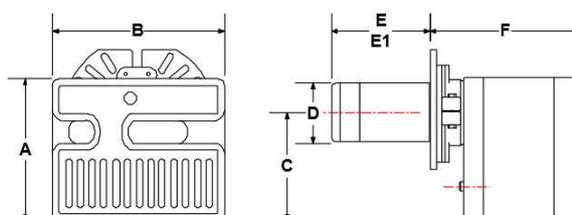
| Setting Ranges (A) | Frame Size 22AF |
|--------------------|-----------------|
| 0.1-0.16A | MT-32/3K-0.16 |
| 0.16-0.25A | MT-32/3K-0.25 |
| 0.25-0.4A | MT-32/3K-0.4 |
| 0.4-0.63A | MT-32/3K-0.63 |
| 0.63-1A | MT-32/3K-1 |
| 1-1.6A | MT-32/3K-1.6 |
| 1.6-2.5A | MT-32/3K-2.5 |
| 2.4-4A | MT-32/3K-4 |
| 4-6A | MT-32/3K-6 |
| 5-8A | MT-32/3K-8 |
| 6-9A | MT-32/3K-9 |
| 7-10A | MT-32/3K-10 |
| 9-13A | MT-32/3K-13 |
| 12-18A | MT-32/3K-18 |
| 16-22A | MT-32/3K-22 |
| 18-25A | MT-32/3K-25 |
| 22-32A | MT-32/3K-32 |
| 28-40A | MT-32/3K-40 |

Anexo 14.- Selección del disyuntor bipolar

Interruptores Termomagnéticos Bipolares

| Referencia | Corriente | Curva | IEC 60898 230/400 V ca Icn (kA) | IEC 60947-2 230/400 V ca Icu (kA) |
|------------|-----------|-------|---------------------------------------|---|
| - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - |
| MDW-B6-2 | 6 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B10-2 | 10 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B16-2 | 16 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B20-2 | 20 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B25-2 | 25 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B32-2 | 32 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B40-2 | 40 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B50-2 | 50 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B63-2 | 63 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B70-2 | 70 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B80-2 | 80 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B100-2 | 100 A | B | 3 | 5 |
| MDW-B125-2 | 125 A | B | 3 | 5 |

Anexo 15: Dimensiones del quemador Relio

RIELLO 40 F3 TECHNICAL DATA**DIMENSIONS**

| MODEL F3 | A | B | C | D | E | F |
|----------|---------|---------|---------|-------|-----|---------|
| Inches | 8 15/32 | 9 59/64 | 6 15/32 | 3 1/2 | 6 | 8 29/32 |
| mm | 215 | 252 | 164 | 89 | 152 | 226 |

E1: 10-inch long (254mm) tubes are also available.

SPECIFICATIONS

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| FUEL: | NO heavier than # 2 FUEL OIL |
| FIRING RATE: | 0.50 to 0.95 US GPH |
| EFFECTIVE OUTPUT: | 70,000 to 133,000 BTU/h |
| VOLTAGE (Single Phase): | 120V 60Hz (+ 10% - 15%) |
| ABSORBED ELECTRICAL POWER: | 155 Watts |
| MOTOR (rated): | 3250 rpm Run Current 2.2 AMP |
| CAPACITOR: | 12.5 Microfarads |
| PUMP PRESSURE: | 130 to 200 psig |
| PRIMARY CONTROL: | RIELLO 530 SE/C |
| IGNITION TRANSFORMER: | 8Kv 16mA |

Manual de usuario

Manejo, instalación y mantenimiento de la máquina Escaldadora de pollos para la industria artesanal.



INSTALACIÓN DE LA MÁQUINA DE ESCALDADO DE POLLOS

Con este manual usted podrá obtener una mayor satisfacción, rendimiento y mejor servicio de la máquina de escaldado de pollos.

El mal uso e inadecuado manejo y mantenimiento de la máquina puede anular la garantía, por lo que le sugerimos leer detenidamente este manual y seguir sus instrucciones.

REVISE LA MÁQUINA:

Al recibir la máquina revise que no tenga señales de daños. En caso de daños, comuníquese inmediatamente con el técnico especialista.

Asegúrese que la alimentación eléctrica es la adecuada. Consultar con un electricista calificado.

La conexión debe ser directa del medidor eléctrico a un breaker y luego a la toma corriente. No conectar la máquina a una toma corriente de pared que tenga otros aparatos conectados como se muestra en la Figura 121.



Figura 121.- No conectar la máquina a toma corrientes sobrecargados.

No use extensiones puede quemar equipos de la máquina. Figura 122.



Figura 122.- No usar extensiones para el encendido de la máquina.

ADVERTENCIA

El cordón eléctrico de la máquina tiene que tener un enchufe polarizado a tierra. Figura 123.

El cordón de alimentación eléctrica debe conectarse a un tomacorriente con conexión a tierra para protección de choques eléctricos. Si el tomacorriente no está equipado con una conexión a tierra, haga instalar con un electricista calificado.

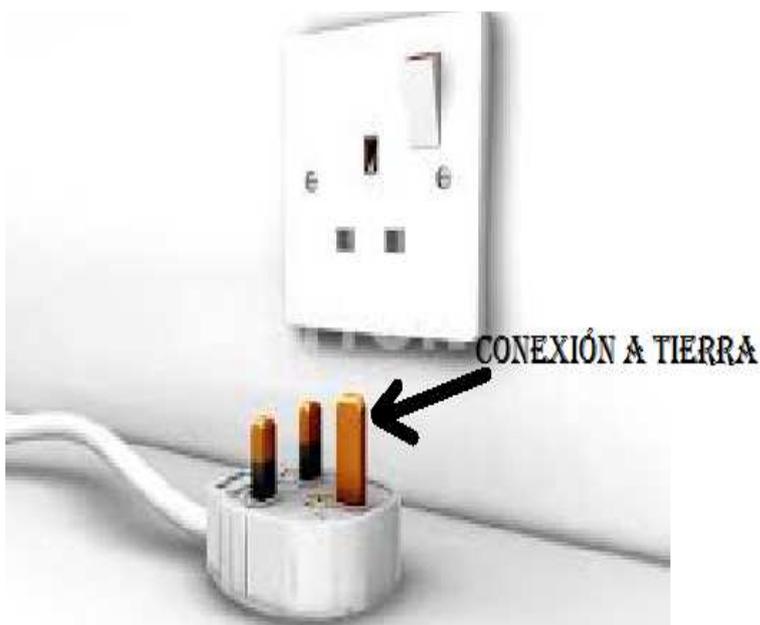


Figura 123.- No elimine la pata de protección a tierra por ningún motivo.

ENCENDIDO DE LA MÁQUINA DE ESCALDADO

Revisar el depósito de diesel este en un nivel adecuado, entre el máximo y mínimo para el encendido del quemador; de no estar llenar el depósito, Figura 124.

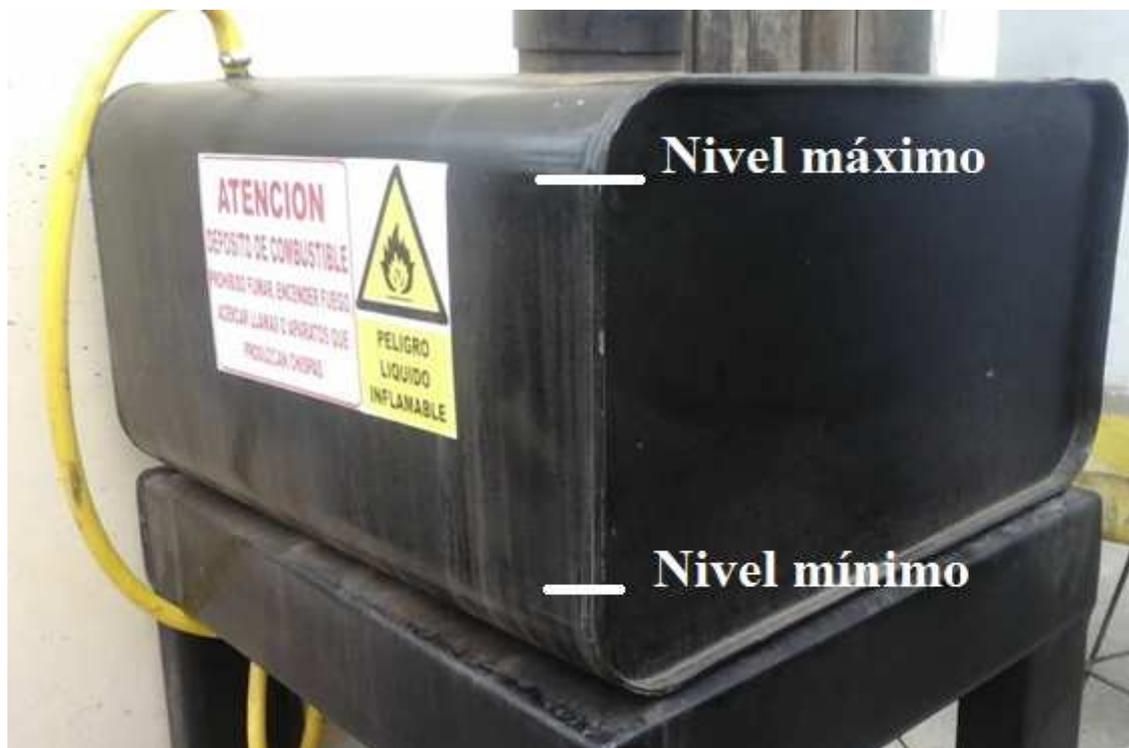


Figura 124.- Depósito del diesel.

Revisar y colocar en la posición adecuada el cañón del quemador en el interior del intercambiador de calor.

En la Figura 125A se muestra la posición incorrecta del cañón del quemador, si se enciende así la llama generada chocará con las paredes de la tina provocando accidentes.

En la Figura 125B indica la posición adecuada, el cañón en el interior del intercambiador de calor logrando transmitir toda la llama al interior del intercambiador para el calentamiento del agua.

Colocar la compuerta de ingreso de aire en una posición adecuada para la combustión adecuada del diesel, evitando la generación de humo.



Figura 125.- Colocación del quemador en el interior del intercambiador de calor.

Abrir la llave de paso de agua el llenado de agua en la tina, dejarla hasta que se cierre con el flotador, Figura 126.



Figura 126.- Llave de ingreso de agua a la tina.

Antes de encender el quemador verificar que el nivel de agua cubra por lo menos la totalidad del intercambiador de calor, Figura 127.



Figura 127.- Para el encendido verificar que el agua cubra por lo menos la totalidad del intercambiador de calor.

Una vez tomadas las precauciones anteriores proceda a energizar la máquina, colocando el selector en ON como indica en la Figura.128.



Figura 128.- Selector para energizar la máquina.

Seleccione la calidad de proceso desea, proceso a MANO o MÁQUINA, Figura 129.



Figura 129.- Selector para el tipo de proceso requerido.

Seleccionado el tipo de proceso pulsar el botón de ARRANQUE / INICIO para iniciar el proceso, Figura 130.



Figura 130.- Botón de inicio del proceso de escaldado.

Regular la velocidad si es necesario, para que el avance de las garruchas sea rápido o despacio, Figura 131.



Figura 131.- Regulador de velocidad del proceso de escaldado.

Si es necesario realizar un paro de emergencia pulse el botón PARO, Figura 132.



Figura 132.- Botón de paro de emergencia.

Verifique los inconvenientes y pulse el botón de INICIO para reanudar el proceso.

Al finalizar la jornada de trabajo primero pulse PARO y luego poner el selector en la posición OFF.

El encendido de la luz verde indicará que la máquina esta energizada lista para iniciar el proceso, Figura 133.



Figura 133.- Luz piloto que indica que la máquina esta energizada.

Encendido de la luz verde indicará que la temperatura del agua es el adecuado, Figura 134.



Figura 134.- Nivel de temperatura adecuado para el escaldado.

LIMPIEZA DE LA MÁQUINA DE ESCALDADO DE POLLOS

Ya terminada la jornada de trabajo es necesario realizar la limpieza total de la máquina siguiendo las siguientes instrucciones.

Separar el quemador de diesel del intercambiador de calor, para evitar derrames de agua sobre el quemador.

Abrir la llave de desagüe para eliminar el agua de la tina de escaldado, Figura 135.



Figura 135.- Válvula de descarga de agua para la limpieza después de cada jornada de trabajo.

Preparar agua con detergente líquido para la limpieza total de la máquina y para la desinfección de la máquina preparar Amonio cuaternario de acuerdo como indica en el Anexo 1.

Enjaguar con abundante agua todas las partes de la máquina para eliminar posibles restos de contaminación.

Secar la tina y dispositivos de carga para evitar contaminaciones y corrosión

MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA DE ESCALDADO

La máquina se le debe dar un mantenimiento preventivo para evitar daños que afecten el trabajo normal.

MANTENIMIENTO AL QUEMADOR DE DIESEL.

Cambiar el filtro de diesel que se encuentra ubicado junto al depósito de combustible cada 6 meses, conjunto realizar la limpieza del depósito de combustible. Figura 136.



Figura 136.- Filtro de diesel.

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ARRASTRE.

Realizar ajuste de los pernos de apriete de las garruchas cada 8 días para prevenir que las garruchas se salgan del monorriel.

Realizar ajustes de los pernos que van con los rodamientos que van montados en el monorriel.